

# HERSTELLUNGSMETHODEN PROVISORISCHER KRONEN UND BRÜCKEN

-

Eine repräsentative Umfrage unter deutschen  
Zahnärztinnen und Zahnärzten

**MARC PETER VOLLERT**

INAUGURALDISSERTATION zur Erlangung des Grades eines **Doktors der Zahnmedizin**  
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**



**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2011

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2011

© 2011 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

**[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)**

**Herstellungsmethoden provisorischer Kronen und Brücken**  
**- Eine repräsentative Umfrage unter deutschen**  
**Zahnärztinnen und Zahnärzten -**

**Inaugural - Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnheilkunde

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Marc Peter Vollert**

aus Frankfurt

Gießen 2010

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik

der Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH

Standort Gießen

Direktor: Prof. Dr. Bernd Wöstmann

Gutachter: Prof. Dr. Markus Balkenhol

Gutachter: Prof. Dr. Gerhard Handel

Tag der Disputation: 16.02.2011

*Meinen Eltern*  
*und meiner Frau Maren*  
*gewidmet*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DIE TEMPORÄRE VERSORGUNG BESCHLIFFENER ZÄHNE: ÜBERBLICK .....</b>	<b>1</b>
2.1	Aufgaben einer temporären Versorgung .....	1
2.2	Anforderungen an die temporäre Versorgung .....	2
2.3	Anforderungen an temporäre K&B-Werkstoffe.....	3
2.3.1	Materialtechnische Anforderungen .....	3
2.3.2	Verarbeitungstechnische Anforderungen .....	3
2.3.3	Patientenbezogene Anforderungen.....	4
2.4	Chemie temporärer K&B-Werkstoffe .....	5
2.4.1	Temporäre Werkstoffe auf der Basis von Mono-Methacrylaten .....	5
2.4.2	Temporäre K&B-Werkstoffe auf Compositebasis .....	8
2.4.3	Vergleich temporärer K&B-Werkstoffe .....	10
2.5	Herstellung temporärer Versorgung .....	11
2.5.1	Herstellung mittels individueller Verfahren .....	12
2.5.2	Verwendung präformierter Kronen bzw. Hülsen .....	14
2.5.3	Herstellung mittels standardisierter Fertigkronen .....	15
2.7	Epikrise.....	17
<b>3</b>	<b>ZIEL DER ARBEIT.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>METHODIK .....</b>	<b>19</b>
4.1	Umfang und Zeitraum .....	19
4.2	Fragebogen .....	19
4.3	Durchführung und Randomisierung .....	21

4.4	Statistische Methoden.....	21
4.5	Verwendete Software .....	24
<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>25</b>
5.1	Analyse der Stammdaten.....	25
5.2	Eigenschaften temporärer K&B-Werkstoffe und Kaufmotivation.....	27
5.3	Verwendete Werkstoffe, Anfertigung und Verarbeitung .....	29
5.3.1	Produkte.....	29
5.3.2	Herstellungsverfahren.....	30
5.3.3	Verarbeitung temporärer K&B-Werkstoffe.....	32
5.3.4	Erforderliche Korrekturen und Probleme .....	33
5.4	Korrelationsanalysen .....	33
5.4.1	Korrelation zwischen dem Preis/Materialkosten und den Landesteilen neue und alte Bundesländer .....	33
5.4.2	Korrelation zwischen Stammdaten und Eigenschaften temporärer K&B-Werkstoffe .....	34
5.4.3	Korrelation zwischen Werkstoffen/Anfertigung und Stammdaten .....	38
5.4.4	Korrelation zwischen Eigenschaften und Materialtyp bzw. Anfertigung.....	38
5.4.5	Korrelationen innerhalb der Werkstoffe/Anfertigung .....	41
<b>6</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>44</b>
6.1	Kritische Betrachtung der eigenen Studie .....	44
6.2	Diskussion der Ergebnisse.....	45
6.2.1	Stammdaten .....	45
6.2.2	Eigenschaften temporärer K&B-Materialien.....	46
6.2.3	Verwendete Werkstoffe/ Anfertigung .....	46
6.3	Schlussfolgerungen .....	52
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>54</b>



<b>8</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>55</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>57</b>
<b>10</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>63</b>
	10.1 Anschreiben.....	63
	10.2 Fragebogen .....	64
<b>11</b>	<b>ERKLÄRUNG .....</b>	<b>65</b>
<b>12</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>66</b>

# 1 Einleitung

Im Rahmen indirekter prothetischer Rekonstruktionen mit festsitzendem Zahnersatz ist es grundsätzlich erforderlich, die präparierten Zähne mit einer Zwischenversorgung zu versehen, da zwischen der Präparation und dem Eingliedern des Zahnersatzes üblicherweise mehrere klinische und labortechnische Behandlungsschritte liegen.<sup>1, 12, 40, 54</sup>

Die Hauptaufgabe einer Interimsversorgung ist der Schutz der präparierten Zahnhartsubstanz sowie der vitalen Zahnpulpa vor thermischen, mechanischen, bakteriellen und chemischen Einflüssen.<sup>34, 37, 38</sup> Weitere Gründe für die Notwendigkeit einer Zwischenversorgung ergeben sich aus ästhetischen, phonetischen und kaufunktionellen Anforderungen. Zugleich dient sie der Diagnostik und der prognostischen Bewertung des geplanten endgültigen Zahnersatzes (exspektative Diagnostik).<sup>1</sup>

Die Anforderungen an eine temporäre Versorgung sind mannigfaltig. Sie gleichen im Wesentlichen denen der definitiven Versorgung, obwohl sie nur für begrenzte Zeit eingesetzt und aus anderen Materialien hergestellt werden.<sup>1</sup>

Der Anspruch an eine Interimsversorgung ist in den letzten Jahren nicht nur auf eine stetige Weiterentwicklung der temporären Kronen- und Brückenwerkstoffe (im Folgenden kurz temporäre K&B-Werkstoffe genannt) durch die Dentalindustrie zurückzuführen,<sup>1</sup> sondern ebenso auf die Anwendung moderner prothetischer und präprothetischer Behandlungskonzepte.<sup>1, 6</sup> So spielen zum Beispiel konservierende, parodontologische, endodontische, chirurgische und kieferorthopädische Vorbehandlungen eine zunehmend wichtige Rolle.<sup>1, 6</sup>

Die Qualität einer temporären Versorgung unterliegt dabei einerseits materialimmanenten Einflussgrößen, andererseits klinischen bzw. labortechnischen Einflüssen.<sup>1</sup> Über die Art der in der Zahnarztpraxis üblichen Verarbeitung dieser Werkstoffe sowie die Materialauswahl ist bisher aus der Literatur jedoch wenig bekannt.

## 2 Die temporäre Versorgung beschliffener Zähne: Überblick

### 2.1 Aufgaben einer temporären Versorgung

Im Rahmen eines prothetischen Therapiekonzeptes nimmt die temporäre Versorgung einen hohen Stellenwert ein. Die Aufgaben einer Interimsversorgung sind außerordentlich vielfältig und ermöglichen weitaus mehr als nur die Sicherung der Zahnstellung bis zum Einsetzen der definitiven Restauration.<sup>55</sup> Eine unzureichende temporäre Versorgung ist in der Lage, binnen kurzer Zeit den bis dahin erzielten Behandlungserfolg, z.B. aufgrund provozierter marginaler Entzündungen (besonders im Interdentalbereich), zunichte zu machen. In wieweit eine adäquate Ausarbeitung in praxi erfolgt, ist bislang nicht bekannt.

Zu den Hauptaufgaben einer temporären Versorgung zählen:<sup>6, 12, 34, 37, 38, 40, 54</sup>

- Schutz des beschliffenen Zahnstumpfes und der Pulpa vor chemischen, thermischen und mechanischen Reizen bzw. Noxen sowie vor Zahnfrakturen und Karies
- Fixierung und Stabilisierung des beschliffenen Zahnes
- Erhalt, Wiederherstellung und Korrektur der Kieferrelation, der Ästhetik, der Phonetik und der Kaufunktion
- Schutz des Parodontiums und Steuerung der Weichgewebsausheilung
- Exspektative Diagnostik

In seltenen Fällen kann die temporäre Versorgung auch als funktionsdiagnostische/-therapeutische Maßnahme dienen, wie z.B. beim Wiederaufbau einer fehlenden Front-/ Eckzahnführung. Eine ähnliche Aufgabe erfüllt die temporäre Versorgung, wenn bei einer sekundären Bissenkung ohne sonstige erkennbare schwere Funktionsstörungen unter Umgehung einer Aufbissschientherapie eine sofortige Bisshebung durchgeführt werden soll.

Im Hinblick auf die Erhaltungswürdigkeit bzw. Behandlungsbedürftigkeit restierender Zähne, kann die temporäre Versorgung von großem therapeutischen Nutzen sein (exspektative Diagnostik). Ebenso kann die Interimsversorgung dazu dienen, die Ent-

scheidungsfindung während der vorgesehenen Therapie zu planen, sowie deren zeitlichen Ablauf zu überbrücken.

## 2.2 Anforderungen an die temporäre Versorgung

An eine temporäre Versorgung sind ähnliche Anforderungen wie an den endgültigen Zahnersatz zu stellen. Lediglich die Tragedauer und die zur Herstellung benötigten Werkstoffe unterscheiden sich von denen der definitiven Versorgung.<sup>1</sup>

Die Vermeidung okklusaler Interferenzen in der statischen und dynamischen Okklusion spielen im Rahmen klinischer Anforderungen eine bedeutende Rolle.<sup>1</sup> Im marginalen Randbereich sollte die temporäre Versorgung möglichst nicht überkonturiert sein, da dies zu Reizungen des marginalen Parodontiums führen kann.<sup>3, 42, 44, 75</sup> Optimal ist eine vollständige Abdeckung der präparierten Zahnflächen und eine somit umfassende Randintegrität der temporären Versorgung. In diesen Zusammenhang ist auch die ausreichend große Aufweitung des interdentalen Bereiches bzw. die physiologische Form der Interimsversorgung zum Schutz des Parodontiums zu nennen.

Als weitere wichtige Anforderungspunkte sind die Haltbarkeit und die mechanische Festigkeit zu sehen.<sup>1</sup> Ein fester Sitz auf dem präparierten Zahn und ein ausreichender Widerstand gegen auftretende Kaukräfte sind unverzichtbar. Somit wird die Langlebigkeit sowie Stabilität während der gesamten Tragedauer durch die mechanischen Eigenschaften beeinflusst. Dazu gehört auch die Dimensionsstabilität beim wiederholtem Abnehmen und Wiederbefestigen der temporären Versorgung.<sup>1</sup>

Um eine biologische Verträglichkeit zu gewährleisten, sollte von der temporären Versorgung weder eine allergisierende noch eine reizende oder toxische Wirkung auf die Zahnpulpa sowie die umliegenden oralen Gewebe ausgehen.<sup>1</sup>

Zu den ästhetischen Funktionen temporärer Kronen- und Brückenversorgungen zählen die adäquate Form bzw. Dimension, eine exakte Passung sowie die natürliche Farbgebung der Restauration. Die Erfüllung dieser Parameter können entscheidend auf das Vertrauensverhältnis zwischen Patient und Zahnarzt einwirken.<sup>7, 22, 59</sup> In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Notwendigkeit einer glatten Oberflächenstruktur der temporären Versorgung zu nennen. Diese verringert durch eine geringe Oberflächenporosität die Verfärbungsneigung und erhöht damit den allgemeinen Tragekomfort für den Patienten.<sup>3, 7, 22, 40</sup>

## 2.3 Anforderungen an temporäre K&B-Werkstoffe

### 2.3.1 *Materialtechnische Anforderungen*

Grundsätzlich müssen temporäre K&B-Werkstoffe eine Vielzahl materialtechnischer Eigenschaften erfüllen. Dazu zählen eine ausreichende Oberflächenhärte, die mechanische Festigkeit, eine gummielastische Phase zur zerstörungsfreien Abnahme bei der Herstellung sowie eine hohe Kantenstabilität.<sup>2, 7, 22, 34, 40</sup>

Ebenso bedeutend ist eine ausreichende Abrasionsfestigkeit für die Zeit der gesamten Tragedauer.<sup>33</sup> Somit kann es sinnvoll sein, abrasionsexponierte Bereiche mit entsprechend festen Compositen zu verstärken, um dadurch eine dauerhafte Okklusion zu gewährleisten und eine drohende Elongation des versorgten Zahnes zu verhindern.<sup>6, 17</sup> Ein weiterer wichtiger Aspekt hinsichtlich materialtechnischer Anforderungen ist die Polymerisationskontraktion. Diese nimmt entscheidenden Einfluss auf die Qualität des Randschlusses der temporären Versorgung. Temporäre K&B-Werkstoffe haben eine Abbindekontraktion von 3-7 Vol.%.<sup>7, 57, 58, 60</sup> Um einen möglichst geringen Korrekturbedarf zu erreichen, sollte das verwendete Material eine möglichst geringe Polymerisationsschrumpfung aufweisen.<sup>12, 33</sup> Hinsichtlich des Tragekomforts sollte das verwendete Material zusätzlich eine geringe thermische Leitfähigkeit aufweisen, um Überempfindlichkeiten zu vermeiden.<sup>7, 33</sup>

Ein weiterer wichtiger materialtechnischer Parameter ist die geringe Wasseraufnahme temporärer K&B-Werkstoffe. Wassereinlagerungen innerhalb des polymeren Netzwerks können zur Reduzierung der marginalen Adaptation führen.<sup>4, 14, 16</sup> Ebenso begünstigen hydrophile Materialien die Einlagerung exogener Verfärbungen und beeinträchtigen die mechanischen Eigenschaften (Sprödigkeit, Biegefestigkeit, E-Modul etc.).<sup>2, 57</sup> Des Weiteren ist eine Hochglanzpolierbarkeit Voraussetzung für die Porenfreiheit und den somit dauerhaften Oberflächenglanz provisorischer Kronen und Brücken.<sup>7, 22, 33, 34, 57, 58</sup>

### 2.3.2 *Verarbeitungstechnische Anforderungen*

In diesem Zusammenhang stehen verfahrenstechnische Parameter. Dabei entscheidend ist zum Beispiel der Anmischvorgang, von dessen Qualität die Haltbarkeit der Interimsversorgung entscheidend abhängt. So besteht durch fehlerhaftes Anmischen temporärer K&B-Werkstoffe die Gefahr, dass sich Porositäten innerhalb der Werkstoffmatrix bilden.<sup>57</sup> Um eine ausreichende Stabilität während der gesamten Tragezeit sicher zu stellen, sollten die temporären Kronen und Brücken richtig dimensioniert sein.<sup>22</sup> Ergänzend

können die Restaurationen bei Bedarf mit Fasern und/oder speziellen Compositen verstärkt werden.<sup>6, 10, 15, 17, 27, 32, 45, 53</sup>

Von hohem Stellenwert ist weiterhin eine gute Reparaturfähigkeit der Interimsversorgung, eine Kompatibilität mit temporären Befestigungszementen, ohne dabei Materialfarbe und Festigkeit negativ zu beeinflussen.<sup>22, 33, 57</sup>

### **2.3.3 Patientenbezogene Anforderungen**

An vorderster Stelle steht für den Patienten häufig die Biokompatibilität. Dies beinhaltet unter anderem die Vermeidung reizender und toxischer Wirkmechanismen auf Zahnpulpa, Parodontium und angrenzende Schleimhautbereiche.<sup>73</sup> In diesem Zusammenhang stehen hauptsächlich Substanzen im Vordergrund, die in Form von Restmonomeren (MMA, i-BMA etc.) freigesetzt werden.<sup>22, 33, 57</sup> Um das Risiko einer ungünstigen Interaktion zwischen temporärer Restauration und den umliegenden Gewebestrukturen zu reduzieren, empfiehlt es sich daher, Compositebasierte Werkstoffe zu verwenden.<sup>19, 48, 50, 57</sup>

Überträgt man die biologische Verträglichkeit auf den Vorgang der Polymerisation, so spielt dabei die exotherme Reaktionswärme der K&B-Werkstoffe eine entscheidende Rolle. Verschiedenste Untersuchungen ergaben, dass im Materialinneren Polymerisationstemperaturen von 40-80 °C auftreten können.<sup>7, 46, 53, 56-58</sup> Der kritische Bereich einer irreversiblen Schädigung des Pulpagewebes liegt bei 40-42 °C.<sup>36, 40, 47, 57, 62</sup> Die Wärmeentwicklung hängt dabei entscheidend von der Reaktivität der einzelnen Reaktionspartner (Monomer, Initiatoren etc.) ab. Um thermische Irritationen der Pulpa und des umliegenden Gewebes zu verhindern, sollten möglichst Materialien mit geringer Polymerisationstemperatur eingesetzt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt hinsichtlich patientenbezogener Anforderungen an temporäre K&B-Werkstoffe ist der Anspruch an die Ästhetik der Interimsversorgung. Sowohl die Zahnform als auch die Zahnfarbe sollten sich in ein harmonisches sowie natürliches Gesamtbild des Patienten einfügen.<sup>36, 40, 47, 57, 62</sup> Die Auswahl der Zahnfarbe orientiert sich in der Regel an der Farbvorgabe der restierenden Zähne. Dazu stellen die Hersteller handelsüblicher K&B-Werkstoffe ein standardisiertes, aber reduziertes Farbspektrum zur Verfügung.<sup>12</sup> Individualisierungen der Restaurationen sind grundsätzlich durch ergänzende Malfarben und Composites möglich.<sup>8, 22, 23, 29</sup>

Zur Optimierung der Farbstabilität der Interimsversorgung ergeben sich spezielle Materialanforderungen bezüglich Transparenz und Fluoreszenz. So können Zugaben von Fluoreszenzpigmenten entscheidend für die Natürlichkeit der Restauration bei speziellen Lichtbedingungen beitragen.<sup>9</sup> Darüber hinaus sollte die Farbstabilität möglichst unbeeinflusst von äußeren Umgebungsbedingungen bleiben.<sup>7, 57</sup> Diese Problematik beinhaltet vor allem endogene Verfärbungen der Materialmatrix, die hauptsächlich durch Einlagerungen verfärbender Nahrungs- sowie Medikamentenbestandteile auftreten können.<sup>25, 28, 57, 61</sup>

## 2.4 Chemie temporärer K&B-Werkstoffe

Im Folgenden werden die chemischen Zusammenhänge temporärer K&B-Werkstoffe beschrieben, welche entweder im direkt/indirekten oder im direkten Herstellungsverfahren zum Einsatz kommen.

Grundsätzlich lassen sich temporäre K&B-Werkstoffe in zwei Gruppen einteilen.<sup>36, 41</sup> Zum einen in die auf Di-Methacrylat basierenden Composite-Werkstoffe. Zum anderen stehen Pulver-/ Flüssigkeitssysteme auf Basis der Mono- oder höherwertigen Methacrylate zur Verfügung. Die angesprochenen Systeme haben unterschiedlichste Varianten der Initiierung. Composite-Werkstoffe zeigen dabei die größte Vielfalt. Es steht eine Auswahl an chemisch-, dual- und lichterhärtenden Materialien zur Verfügung. Die Pulver-/Flüssigkeitssysteme sind alle chemisch härtend. Im Folgenden werden die einzelnen Systeme zur Herstellung temporärer Kronen und Brücken genauer beschrieben.

### 2.4.1 Temporäre Werkstoffe auf der Basis von Mono-Methacrylaten

Dieses System beruht auf der Basis der Mono-Methacrylate, welche schon als Grundlage der Prothesenkunststoffe dienten. Charakteristisch für diese Werkstoffgruppe ist eine Kombination aus MMA<sup>1</sup> und PMMA<sup>2</sup>. Für die Anwendung in der Mundhöhle haben sich aber, dank verbesserter Materialeigenschaften, die höhermolekularen Mono-Methacrylate wie i-BMA<sup>3</sup> und EMA<sup>4</sup> durchgesetzt. Damit konnte die Polymerisationskontraktion und Reaktionstemperatur reduziert werden.<sup>11, 30</sup>

---

1 Methylmethacrylat

2 Polymethylmethacrylat

3 Iso- Butylmethacrylat

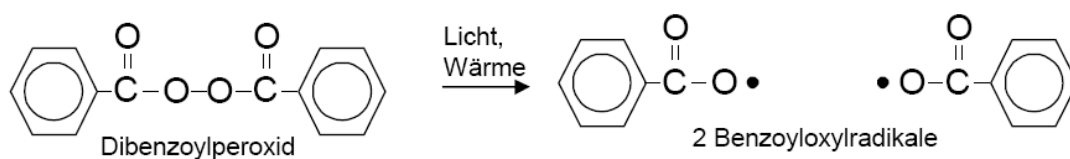
4 Ethylmethacrylat

Bei der radikalischen Polymerisation werden die in der organischen Matrix enthaltenen Monomere zu einem Polymer.<sup>1</sup> Chemisch gesehen handelt es sich dabei um eine Redoxreaktion. Im Rahmen einer Kettenstartreaktion entsteht ein Radikal, welches nun durch Verknüpfung an eine Doppelbindung einer Acrylatgruppe ein weiteres Radikal bildet.<sup>1</sup> Das Kettenwachstum, d.h. die eigentliche Polymerisationsreaktion, dient dazu, ein stetig wachsendes polymeres Makromolekül zu bilden.<sup>1, 43</sup> Ein polymerer Werkstoff ist umso stabiler, je länger die ihn bildenden Molekülketten sind. Neben der eigentlichen Länge der Molekülkette kann noch ein weiterer Faktor die mechanische Festigkeit beeinflussen. So wirkt sich die Länge der Seitenketten und deren Interaktion mit der Hauptkette maßgeblich auf den Zusammenhalt des Makromoleküls aus. Je kürzer die Seitenketten aus der Hauptkette herausragen, desto fester ist der polymere Werkstoff.<sup>1, 43</sup>

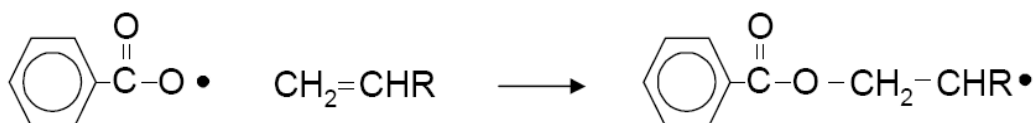
Bei der radikalischen Polymerisation lassen sich drei Phasen unterscheiden:

### Die Startreaktion<sup>11, 21, 30</sup>

Die Radikalbildung erfolgt bei den Methacrylaten in der Regel durch den Initiator Benzoylperoxid (BPO).<sup>1, 43</sup> Folgend greifen die bei dessen Zerfall entstandenen Radikale die Doppelbindungen der Methacrylat-Monomere an. An eines der beiden Elektronen dieser Doppelbindung bindet sich ein Radikal und bildet dadurch eine neue Einfachbindung. Das verbliebene Elektron verfügt als radikalisiertes Elektron somit über die Möglichkeit, weitere Methacrylat-Moleküle an die Kettenstruktur anzulagern.<sup>1, 43</sup>



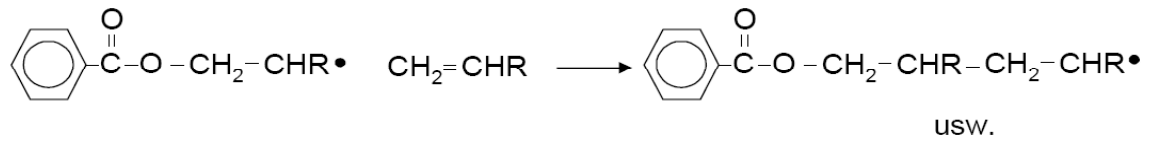
**Abb. 1: Radikalbildungsreaktion einer radikalischen Polymerisation. Durch die Zuführung von Energie (Licht, Wärme) zerfallen zwei peroxidisch verbundene Benzoesäureeinheiten und bilden dabei Radikale.**



**Abb. 2: Startreaktion einer radikalischen Polymerisation. Radikale greifen die Doppelbindungen der Methacrylat-Monomere an.**

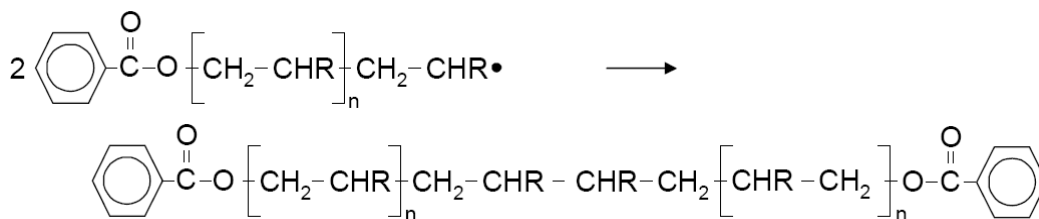


### A. Das Längenwachstum der Molekülketten<sup>11, 21, 30</sup>



**Abb. 3: Kettenwachstum innerhalb einer radikalischen Polymerisation und Bildung eines polymeren Makromoleküls.**

### B. Die Kettenabbruchreaktion<sup>11, 21, 30</sup>



**Abb. 4: Abbruchreaktion einer radikalischen Polymerisation am Beispiel einer Rekombination.**

Im Rahmen des Kettenwachstums kann es zur Abbruchreaktion kommen. Dies kann einerseits dadurch geschehen indem zwei Radikale zusammentreffen (Rekombination) und andererseits wenn Radikale mit Sauerstoff oder Inhibitoren wie Hydrochinon in Reaktion treten.<sup>11, 30</sup> Eine weitere Variante der Kettenabbruchreaktion stellt die Kettenübertragungsreaktion dar. Dabei treffen zwei Radikale aufeinander, wobei eines der beiden Makromoleküle eine erneute reaktive Doppelbindung ausbildet.<sup>11, 43</sup>

Die Materialeigenschaften eines fertigen Polymers auf Basis des klassischen Pulver-/Flüssigkeitssystems werden maßgeblich durch verschiedenste Faktoren bestimmt. Dabei spielen die Polymerisationskontraktion, der Restmonomergehalt sowie das Mischungsverhältnis eine entscheidende Rolle, die daher für die klinische Anwendung temporärer Kunststoffe von großer Bedeutung sind. Die Polymerisationskontraktion lässt sich durch Zugabe von PMMA zum reinem Monomer auf ein klinisch akzeptables Maß von ca. 7 Vol.% reduzieren.<sup>11, 42</sup> Bei der radikalischen Polymerisation werden nie alle Monomermoleküle verbraucht. Es verbleiben Reste in Form von Restmonomer innerhalb der Polymermatrix.<sup>11, 21, 30</sup> Dies kann einerseits zur Schwächung der Matrix und andererseits zu lokal toxischen Reaktionen führen.<sup>11, 21, 30</sup> Bezüglich der Einhaltung der

empfohlenen Mischungsverhältnisse ist eine genaue Dosierung oft nur schwer umsetzbar.<sup>11, 21, 30</sup> Dies kann sich entscheidend auf die mechanische Festigkeit und Porenfreiheit der fertigen temporären Restauration auswirken.<sup>36, 44</sup> Die Polymerisationstemperatur ist im Vergleich zu Composite-Systemen grundsätzlich höher.<sup>13, 24, 36, 58</sup>



**Abb. 5:** Verarbeitungskomponenten von Pulver/ Flüssigkeitssystemen am Beispiel von VITA VM\*CC® (*oben links*). Angemischter temporärer K&B-Werkstoff (*oben rechts*). Befüllen der Versorgungsabformung (*unten Mitte*).

#### **2.4.2 Temporäre K&B-Werkstoffe auf Compositebasis**

Die Basis dieser Stoffgruppe bilden polymerisierbare Monomersysteme in deren Matrix Füllstoffe integriert werden. Als chemisches Verbundsystem zwischen Matrix und Füllstoffen dienen Haftvermittler, sogenannte Silane.<sup>43</sup> Die Etablierung dieses Verbundes wird als Silanisierung bezeichnet. Sie dient dazu, höhere Füllgrade innerhalb der Matrix zu erreichen und somit die Verstärkungswirkung der Füllstoffe im Composite zu maximieren. Des Weiteren beeinflussen Füllstoffe, die optimal an die Monomermatrix gekoppelt sind, weitere wichtige Materialeigenschaften. So lässt sich durch Erhöhung der Füllstoffkonzentration die Schrumpfung reduzieren und die Abrasionsfestigkeit steigern. Ferner kann dadurch eine Reduzierung der Wasseraufnahme sowie eine Optimierung der Werkstoffkonsistenz zur besseren Verarbeitbarkeit erzielt werden.<sup>11, 30, 43</sup>

Die zur Verwendung kommenden Monomere gehören zur Gruppe der Di- oder mehrfunktionellen Methacrylate. Die Mehrfunktionalität sowie das hohe Molekulargewicht dieser Methacrylate führen insgesamt zu einem mechanisch festem Verbund innerhalb des fertigen Werkstoffs.<sup>30, 43</sup>

Wie bei den Systemen auf Mono-Metacrylat Basis kann auch bei den Composite-basierenden K&B-Werkstoffen der Start der Polymerisationsreaktion auf unterschiedliche Weise erfolgen. Wie schon in 2.5.1 beschrieben, lässt sich die Startreaktion auf chemischen Weg initiieren. Diese Reaktionsweise lässt sich den selbsthärtenden Compositen zuordnen. Weitere Systeme, die z.B. auf Lichthärtung mit dem Initiator Campherchinon beruhen, basieren auf den chemischen Grundlagen der lichthärtenden oder dualhärtenden Füllungs-Compositen.<sup>11, 30, 43</sup>

Als weitere Bestandteile werden den K&B-Werkstoffen auf Compositebasis Katalysatoren, Inhibitoren, Comonomere, Vernetzer, Copolymere, Weichmacher, UV-Absorber und Acceleratoren zugegeben, die den verschiedenen Produktvarianten einen individuellen chemisch-physikalischen Charakter verleihen.

Nahezu alle gängigen auf dem heutigen Dentalmarkt befindlichen Produkte zur Herstellung temporärer K&B-Werkstoffe auf Compositebasis werden in Automischsystemen angeboten. Die Verwendung sogenannter Automischkartuschen erleichtert, verglichen mit der Handanmischung, erheblich den Verarbeitungsvorgang. Störgrößen wie Über- und Unterdosierungen des Mischungsverhältnisses, Luft- und Blaseneinschlüsse sowie dermatologische Reize während der klinischen Anwendung können somit erheblich reduziert werden.<sup>55</sup>



**Abb. 6:** Kartuschen-/ Dispensersystem mit einem 1:1 Mischungsverhältnis bestehend aus Dispenser, Mischkanülen und Materialkartusche (*links*). Prüfung des Mischungsverhältnisses (*Mitte*). Applikation des Materials in die Versorgungsabformung (*rechts*).

### 2.4.3 Vergleich temporärer K&B-Werkstoffe

Vergleicht man die in 2.4.1 und 2.4.2 beschriebenen K&B-Systeme bzw. temporären K&B-Werkstoffe, so lassen sich Unterschiede bezüglich ihrer chemischer Herkunft, Verarbeitungsform, mechanisch-physikalischer Eigenschaften sowie Indikation feststellen. Entscheidend ist dabei, dass die jeweilige Indikation den Einsatz eines bestimmten Werkstoffs vorgeben sollte.

Die Vor- und Nachteile der beschriebenen temporären K&B-Werkstoffe sind in Tabelle 1 nach material- sowie verarbeitungstechnischen Kriterien zusammengefasst.

**Tabelle 1: Vor- und Nachteile temporärer K&B-Werkstoffe.**<sup>11, 21, 30</sup>

Composites (Di-Methacrylate)		Mono-Methacrylate
<b>Vorteile</b>	Niedrige Polymerisationstemperatur	Einfache Reparaturfähigkeit
	Geringe Pulpairritation	Kostengünstig
	Hohe mechanische Festigkeit	Einfache Verarbeitung

	Geringe Polymerisationskontraktion	Gute Polierbarkeit
	Gute Fräsbarkeit	
	Gute marginale Randpassung	
	Hohe Abrasionsfestigkeit	
	Hohe Kantenstabilität	
	Röntgenopazität	
	Einfache Verarbeitung durch Automischsysteme (Dispenser)	
<b>Nachteile</b>	Gefahr der Verfärbung	Geringere mechanische Festigkeit
	Gefahr der Plaqueanlagerung	Gefahr eines geringeren Polymerisationsgrades
	Sprödigkeit	Geringe Abrasionsfestigkeit
	Nicht hochglanzpolierbar	Handanmischung
	Schlechte Reparaturfähigkeit	Ungenaue Dosierbarkeit
	Kostenaufwendig	Gefahr der Pulpentoxizität
		Nicht röntgenopak
		Höhere Polymerisationstemperatur
		Monomerdämpfe
		geringe Farbstabilität

## 2.5 Herstellung temporärer Versorgung

Hinsichtlich der Verfahren lassen sich temporäre Restaurationen unter verschiedenen Aspekten einteilen. Soll nur ein relativ kurzer Zeitraum, also wenige Tage bzw. Wochen

provisorisch versorgt werden, spricht man von Kurzzeit-Interimsversorgungen. Temporäre Versorgungen, die über Monate in der Mundhöhle verweilen, bezeichnet man als Langzeitprovisorien. Des Weiteren lassen sich bezüglich der Herstellung die direkt am Patienten (chair-side) von den indirekt im Labor (lab-side) gefertigten temporären Versorgungen unterscheiden.

Die Entscheidung, welches Herstellungsverfahren zur Anwendung kommen soll, richtet sich in der Regel nach folgenden Kriterien: <sup>40</sup>

- Verweildauer der Interimsversorgung
- Klinische Situation (Verteilung und Anzahl an Pfeilerzähnen)
- Okklusionsverhältnisse
- Ästhetische Anforderungen

### ***2.5.1 Herstellung mittels individueller Verfahren***

Vor der Präparation wird von dem zu beschleifenden Zahn eine Abformung genommen, wobei als Abformmaterialien sowohl Alginate als auch elastische Werkstoffe auf Silikon- oder Polyether-Basis zum Einsatz kommen können. <sup>12, 34</sup>

Während Alginateabformungen ausschließlich in nur einer Behandlungssitzung als Formhilfe genutzt werden können, stehen die elastischen Materialien als Formgeber über einen längeren Behandlungszeitraum zur Verfügung. <sup>12, 34</sup>

Vor der Abformung ist in jedem Fall zu überprüfen, ob eventuell kariöse oder beschädigte Zähne aufzubauen sind. <sup>12, 40</sup> Ebenso ist zu überlegen, ob der abzuformende Bereich mit einer kompletten Kieferabformung oder alternativ mit einer Segmentabformung abgeformt werden sollte.

Für das klinische Vorgehen empfiehlt es sich vor dem Befüllen des Abformlöffels, die Interdentalsepten im Bereich der nicht zu präparierenden Zähne sowie stark unter sich gehende Regionen in der Abformung zu entfernen. <sup>12, 22, 34</sup> Beide Maßnahmen führen zu einer verbesserten und sicheren Reposition der Abformung im Patientenmund. <sup>34</sup> Um sowohl das unkontrollierte Abfließen des eingefüllten temporären K&B-Werkstoffes als auch Bisserrhöhungen zu vermeiden, können zusätzlich Abflusskanäle in die Abformung eingeschnitten werden. <sup>34</sup> Um eine homogene und blasenfreie temporäre Versorgung zu erhalten, sollte die Negativform von okklusal bzw. inzisal nach zervikal befüllt und kontrolliert in den Patientenmund reponiert werden. Nach vorgegebener oraler Verweil-

dauer ist die Abformung zu entnehmen. Nach entsprechender Gesamtabbindezeit kann die temporäre Restauration ausgearbeitet und poliert werden.



**Abb. 7: Versorgungsabformung mittels Metall-Segmentlöffel und Alginat (*links*), mittels Kunststoff-Segmentlöffel und Silikon (*Mitte*), mittels Metall-Komplettlöffel befüllt mit Alginat und Silikon (*rechts*).**

Eine weitere Möglichkeit temporäre Versorgung individuell anzufertigen besteht darin, eine Tiefziehschiene zu verwenden. Dieses Verfahren benötigt als Arbeitsgrundlage ein Situationsmodell bzw. Arbeitsmodell.<sup>11, 21, 30</sup> Darauf wird eine zumeist aus Polyethylen bestehende Tiefziehschiene angefertigt.

Die Vorteile dieser Technik liegen darin, dass eventuell notwendige funktionelle und ästhetische Korrekturen im Hinblick auf die spätere definitive prothetische Restauration direkt bei der Herstellung der temporären Versorgung berücksichtigt und verarbeitet werden können.<sup>34</sup>



**Abb. 8: Applikation des K&B-Materials in eine Tiefziehschiene zur Herstellung einer temporären Versorgung.**

Auf diese Weise lassen sich geplante Veränderungen schon auf dem Arbeitsmodell durch gezieltes Beschleifen, Radieren, Ersetzen oder Modellieren einzelner Zahnregionen vor dem Tiefziehen umsetzen.<sup>34</sup>

Diese therapeutischen bzw. ästhetischen Korrekturen können dann direkt anhand des Arbeits- oder mit Hilfe eines Duplikationsmodells auf die nun herzustellende Tiefzieh-

schiene übertragen werden. Ein weiterer Vorteil dieser Technik besteht darin, dass auf diese Weise eine über die gesamte Behandlungszeit adäquate Formgebungshilfe zur Verfügung steht. Des Weiteren erlaubt dieses Verfahren im Rahmen der Präparation eine gute Kontrolle des Ausmaßes der entfernten Zahnhartsubstanz.<sup>34</sup>

Als Nachteil der Herstellungsmethode mittels einer Tiefziehschiene ist zu benennen, dass zur Erstellung eines Situations- oder Arbeitsmodells, zusätzliche Behandlungssitzungen und Laborarbeiten erforderlich werden können. Ein weiterer, kritisch zu bewertender Punkt ist die Gefahr vor thermischen Pulpaschädigungen, da es durch die mangelnde Wärmeleitfähigkeit der Tiefziehschiene zu erhöhten Temperaturen während des Polymerisationsvorgangs kommen kann.<sup>31</sup> Des Weiteren lassen sich alte Kronen- und Brückenkonstruktionen zur Herstellung temporärer Versorgungen verwenden. Um eine spätere exakte Repositionierung der zu entfernenden Kronen- oder Brückenrestauration zu sichern, sollte zuvor eine Versorgungsabformung genommen werden. Diese Vorgehensweise sichert auch den Fall einer möglichen Zerstörung beim Entfernen der alten Versorgung ab, da somit eine dublierte Form der vorherigen Situation zur Verfügung steht. Lässt sich nach Präparation die alte Versorgung wieder eindeutig in ihre ursprüngliche Position zurückführen, wird das Kronen- oder Brückenlumen mit dem temporären K&B-Werkstoff befüllt bzw. unterfüttert und *in situ* eingebracht. Ein großer Vorteil in der Verwendung eigener Kronen und Brücken als temporäre Versorgung liegt in der hohen mechanischen Stabilität dieser Rekonstruktionsform.

### **2.5.2 Verwendung präformierter Kronen bzw. Hülsen**

Grundsätzlich ist das klinische Vorgehen bei der Herstellung von temporären Versorgungen über präformierte Formträger identisch mit der in 2.7.1 beschriebenen Methodik. Konfektionierte Hohlformen kommen meistens dann zur Anwendung, wenn im Bereich der Zahnkrone zerstörte einzelne Zähne oder kleinere Zahngruppen vor dem eigentlichen Präparationsvorgang aufgebaut werden müssen.<sup>34</sup> Kommen sogenannte frasaco-Stripkronen zum Einsatz, werden diese durch individuelle Konturierung an die präparierte klinische Situation angepasst.<sup>6, 34</sup>





**Abb. 9: Sortiment an frasco-Stripkronen – am Beispiel klarer- (links) und eingefärbter (rechts) Frontzahnkronen.**

Im Folgenden werden die Formkronen befüllt bzw. unterfüttert und im Patientenmund ausgehärtet. Danach erfolgt das Abnehmen der eigentlichen Formhülse und die Korrektur bezüglich der Okklusions- und Approximalkontakte sowie der Außenform. Kommen präformierte Kronen aus Metall oder Polycarbonat zur Anwendung, werden diese ähnlich wie voran beschrieben mit entsprechen Werkstoffen unterfüttert.



**Abb. 10: DIRECTA® Sortiment konfektionierter temporärer Polycarbonat-Frontzahnkronen.**

Im Gegensatz zu frasco-Stripkronen® verbleiben diese Formgeber aber *in situ* und werden nach vollständiger Aushärtung nicht vom Zahnstumpf entfernt. Für nahezu alle beschriebenen Formgebungsverfahren bieten die Hersteller verschiedenste Zahnformen und Größen an. Die individuelle Anpassung und Korrektur ist aber nahezu bei allen präformierten Kronensystemen erforderlich.

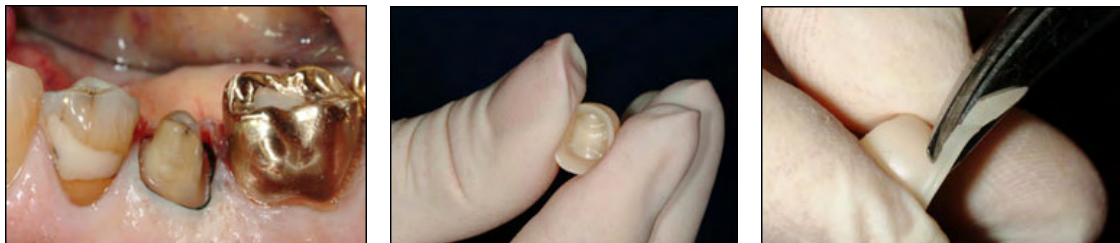
### ***2.5.3 Herstellung mittels standardisierter Fertigkronen***

Diese neueste Variante zur Anfertigung temporärer Versorgung basiert auf der Grundlage formbarer lichthärtender Compositewerkstoffe in Kronenform.



**Abb. 11: Standardisierte Fertigkronen am Beispiel von 3M ESPE Protemp<sup>TM</sup> Crown Temporäre Krone Promo Kit<sup>®</sup>.**

Diese werden nach erfolgtem Beschleifen des Zahnes mittels spezieller Kronen-Messlehre dem Ausmaß des Präparationsgebiets entsprechend ausgewählt.



**Abb. 12: Behandlungsablauf Teil I zum Einsetzen einer standardisierten Krone am Beispiel von 3M ESPE Protemp<sup>TM</sup> Crown<sup>®</sup>. Vorbereiteter Zahnstumpf (*links*). Modellieren der temporären Krone (*Mitte*). Zuschneiden der Krone auf die passende Dimension (*rechts*).**

Die Erstanpassung der Fertigkrone erfolgt zunächst direkt im Patientenmund. Hat sich die Form entsprechend okklusaler und approximaler Verhältnisse durch Zubeißen des Patienten adaptiert, wird diese dann in einem weiteren Arbeitsschritt durch Beschneiden eventuelle entstandener Überschüsse konturiert und schließlich ausgehärtet, ausgearbeitet, poliert und mit temporären Befestigungsmaterialien zementiert.<sup>1</sup>



**Abb. 13:** Behandlungsablauf Teil II zum Einsetzen einer standardisierten Krone am Beispiel von 3M ESPE Protemp<sup>TM</sup> Crown<sup>®</sup>. Überprüfung der exakten Position der Krone auf dem Zahnstumpf (*links*). Vorphotopolymerisation der Krone (*Mitte*). Temporäre Krone *in situ* nach Zementierung mit temporärem Befestigungszement (*rechts*).

## 2.7 Epikrise

Die vorgestellten Ausführungen zeigen, dass dem Zahnarzt eine Vielzahl von Werkstoffen zur temporären Versorgung zur Verfügung steht. Zusammen mit den unterschiedlichsten Verfahren zur Herstellung temporärer Rekonstruktionen bestehen folglich zahlreiche Therapiealternativen. In der zahnärztlichen Literatur konnten jedoch keine Untersuchungen identifiziert werden, die fundierten Aufschluss über die Anforderungen an temporäre K&B-Werkstoffe aus der täglichen Praxis aufzeigen, bzw. die Aufschluss über die eingesetzten Techniken und Probleme geben.

### 3 Ziel der Arbeit

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird eine repräsentative Studie vorgestellt, die sich mit den Anforderungen bzw. wünschenswerten Produktcharakteristika temporärer K&B-Werkstoffe aus der Sicht von niedergelassenen Zahnärztinnen und Zahnärzten befasst. Darüber hinaus wurden Informationen über die Verarbeitung sowie eventuell vorhandener Problembereiche mit diesen Werkstoffen erfasst.

## 4 Methodik

### 4.1 Umfang und Zeitraum

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde eine Befragung von 2000 Zahnärztinnen und Zahnärzten im gesamten Bundesgebiet mittels eines speziell entwickelten Fragebogens durchgeführt. Die Umfrage begann im August 2007 und verlief auf dem Postweg. Jede Briefsendung beinhaltete einen Fragebogen, ein persönliches Anschreiben und einen adressierten, frankierten Briefumschlag zur Rücksendung (s. Anhang). Der Rücklauf der Umfrage erstreckte sich bis Ende 2007. In diesem Zeitraum wurden 661 auswertbare Fragebögen zurückgesandt, 68 Fragebögen, konnten nicht ausgewertet werden.

### 4.2 Fragebogen

Der Fragebogen gliederte sich in drei Abschnitte.

Um einen Überblick über die Stammdaten der befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte zu erlangen, wurden diese im ersten Abschnitt des Fragebogens unter dem Punkt "Angaben zu Person" um folgende Informationen gebeten:

- Geschlecht (männlich/weiblich)
- Alter in Jahren
- Berufsstatus (Niedergelassen – Selbständig, Angestellt, Assistenzärztin/ -arzt)
- Bundesland (z.B. Hessen)
- Tätigkeitsschwerpunkt (z.B. Implantologie)
- Berufserfahrung (<6, 6-15, 16-25, 26-35, >36 Jahre)
- Privatanteil (<10, 10-19, 20-39, 40-59, 60-79, 80-99, 100%)

Im zweiten Abschnitt konnten Angaben zum Stellenwert der Eigenschaften provisorischer K&B-Materialien bzw. zu deren Herstellungsverfahren in der täglichen Anwendung gemacht werden. Die befragten Personen wurden gebeten, zu jedem der zehn Unterpunkte eine Bewertung im Hinblick auf den Stellenwert abzugeben.

Dabei wurde der Stellenwert einer jeden Eigenschaft wie folgt bewertet: 1 = "sehr wichtig", 2 = "wichtig", 3 = "weniger wichtig", 4 = "eher unwichtig", 5 = "unwichtig", 6 =

"völlig unwichtig". Unter dem Punkt "Sonstige" konnten zusätzlich individuelle und ergänzende Angaben gemacht werden.

Im dritten Abschnitt wurden die zur Anwendung kommenden Werkstoffe, deren Herstellungsverfahren sowie Erfahrungen bezüglich der Herstellung, der Tragedauer, der Eingliederung und der Korrekturen provisorischer Kronen- und Brückenversorgungen ermittelt. Dabei konnten die befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte Einfach- oder Mehrfachantworten geben:

- Welches Produkt wird vorwiegend verwendet? (Produktname)
- Welches individuelle Herstellungsverfahren wird bevorzugt? (Versorgungsabformung, Tiefziehschiene, Frasaco-Hülsen)
- Welche vorgefertigten Provisorien-(kronen) werden verwendet? (Keine, Metall, Polycarbonat)
- Erfolgt eine Provisorienpolitur? (Ja, Nein)
- Durch wen werden in der Praxis Provisorien angefertigt? (Zahnärztin/-arzt, ZMF, Helferin)
- Die Provisorien werden durchschnittlich maximal 2 Wochen, maximal einen Monat, maximal 6 Monate oder > 6 Monate getragen? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)
- Kommt es bei der Provisorienherstellung zur Blasenbildung? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)
- Treten bei Provisorienherstellung Frakturen/ Risse auf? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)
- Treten während der Tragedauer Frakturen/ Risse auf? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)
- Muss vor der Eingliederung des Provisoriums das Lumen zum korrekten Sitz auf dem Zahnstumpf ausgeschliffen werden? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)
- Sind Okklusionskorrekturen erforderlich? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)
- Wird bei Brückenprovisorien eine Faserverstärkung verwendet? (überwiegend, gelegentlich, selten, nie)

### 4.3 Durchführung und Randomisierung

Die Durchführung der Umfrage beinhaltete den Versand an Zahnärztinnen und Zahnärzte im gesamten Bundesgebiet. Die Ermittlung für den Stichprobenumfang ( $n=2.000$ ) erfolgte dabei in einem ersten Schritt durch die Verwendung handelsüblicher Adressdatenträger in Form von Compact Discs (KlickTel 2007 und Klick-Ident 2007).<sup>1</sup> In einem zweiten Schritt wurde aus der ermittelten Grundgesamtheit von 36.393 zahnärztlich tätigen Personen mit Hilfe der Programmfunktion "sample" der Statistiksoftware R (Version 2.7.1)<sup>1</sup> eine Zufallsstichprobe ohne Wiederholungen von 2000 ganzzahligen Werten zwischen 1 und 36.393 generiert, die die zu verwendeten Adressen definierten.

### 4.4 Statistische Methoden

Für die univariate explorative Datenanalyse wurden die im Folgenden aufgeführten Methoden verwendet.

Für nominal oder ordinal skalierte Daten wurden Tabellen absoluter und relativer (prozentualer) Häufigkeiten präsentiert und für metrische Daten sogenannte zusammenfassende Statistiken bestehend aus Minimum, 1. Quartil, Median, arithmetischem Mittel, 3. Quartil, Maximum, Standardabweichung und der zugrundeliegenden Fallzahl.

Die Häufigkeitstabellen wurden jeweils ergänzt durch Balkendiagramme als entsprechende grafische Darstellungen und für den einzigen metrischen Datensatz wurde ein Histogramm angefertigt.

Von den Stammdaten (Abschnitt 1 des Fragebogens) waren Geschlecht, Status, Bundesland und Schwerpunkt nominal skaliert. Die Berufserfahrung sowie der Privatanteil waren ordinal und nur das Alter metrisch skaliert. Die Beurteilung der unterschiedlichen Merkmale provisorischer Kronen- und Brückenmaterialien bzw. deren Herstellungsverfahren (Abschnitt 2 des Fragebogens) wurden mit den Bewertungsstufen 1 bis 6 ordinal skaliert. Antworten zu den verwendeten Werkstoffen und deren Herstellung (Abschnitt 3 des Fragebogens) waren nominal oder durch Prozentklassen ordinal skaliert.

Die bivariate explorative Datenanalyse von Zusammenhängen zwischen

- den Stammdaten und des Stellenwerts von Eigenschaften der Materialien bzw. Herstellungsverfahren,
- den Stammdaten und den Werkstoffen bzw. der Anfertigung,

- dem Stellenwert von Materialeigenschaften bzw. Verfahren und den Werkstoffen bzw. der Anfertigung wurden durch zweidimensionale Tabellen der gemeinsamen absoluten und relativen Häufigkeiten (=Kontingenztafeln) dargestellt. Erstellt wurden die Tabellen für das jeweils betrachtete Paar aus:
- Stammdatenvariable und Stellenwert der Materialeigenschaften bzw. aus
- Stammdatenvariable und Werkstoff- oder Anfertigungsvariable bzw. aus
- Stellenwert der Materialeigenschaften und Werkstoff- oder Anfertigungsvariable und aus
- zwei Variablen des 3. Fragebogenabschnittes, "Verwendete Werkstoffe/ Anfertigung".

Für die inferenzstatistischen Analysen kamen folgende Tests zur Anwendung:

- Chi-Quadrat-Homogenitätstest
- Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit
- Wilcoxon's Rangsummentest auf Lokationsunterschiede
- Kruskal-Wallis Rangsummentest auf Lokationsunterschiede
- Test auf monotone Assoziation zwischen zwei ordinal skalierten Variablen auf Basis der Spearman'schen Rangkorrelation.

Der Chi-Quadrat-Homogenitätstest wurde verwendet, um Hypothesen der Art "zwischen Gruppen existiert kein Unterschied in den Verteilungen einer Variablen" zu testen. Beispiel: "Die Verteilung des Stellenwertes hinsichtlich des Preisbewusstseins ist in den neuen sowie in den alten Bundesländern, dieselbe."

Für den Fall, dass die Zulässigkeit der Anwendung des Chi-Quadrat-Tests aufgrund kleiner Besetzungszahlen in den Zellen der Kontingenztafel fraglich war, wurde als Ersatz bzw. zur Kontrolle Fishers Exakter Test auf bedingte Unabhängigkeit durchgeführt.

Um einerseits die Zulässigkeit der Anwendung des Chi-Quadrat-Tests zu gewährleisten und andererseits den Fishers Test kombinatorisch möglich zu machen, war es bei mehreren ordinalen Variablen nötig, einige ihrer potenziellen Niveaus, die aber von nur sehr wenigen bis gar keinen Teilnehmern der Befragung genutzt wurden, zusammenzufassen. So wurden zum Beispiel beim Stellenwert die Antworten "4" bis "6" zu "4+" sowie bei der Berufserfahrung die Antworten "40-59%" bis "100%" zu "40+%" zusammengefasst. Dadurch reduzierte sich die Anzahl der Zellen in den Kontingenztafeln und die



Besetzungszahlen der Zellen erhöhten sich, was sowohl den Chi-Quadrat-Test als auch Fishers exakten Test verlässlicher bzw. durchführbar machte.

Der Wilcoxon Rangsummentest prüfte, ohne eine Normalverteilung für die Daten anzunehmen, auf Lokationsunterschied zwischen zwei Verteilungen, wie zum Beispiel zwischen den Verteilungen dem Stellenwert des Preises in "Ost" und "West". Der Kruskal-Wallis Rangsummentest hingegen prüfte auf Lokationsunterschiede zwischen mehr als zwei Verteilungen, wie zum Beispiel zwischen den Verteilungen des Stellenwerts einer einfachen Herstellung für die fünf verschiedenen Berufserfahrungsgruppen.

Der Test auf monotone Assoziation, quantifiziert durch den Spearman'schen Rangkorrelationskoeffizienten für zwei ordinal skalierte Variablen, prüfte, ob in den beiden Variablen eine gleich- oder entgegen gerichtete Tendenz.

Für die inferenzstatistischen Analysen wurde generell ein testbezogenes Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  festgelegt. Ein Testergebnis galt als statistisch signifikant, wenn der dazugehörige p-Wert höchstens gleich  $\alpha = 5\%$  war. Alle dokumentierten p-Werte galten dabei für Tests mit zweiseitiger Alternative.

Um der Inflation des globalen Signifikanzniveaus aufgrund des multiplen Testens entgegenzuwirken, wurden – wo es sachlich sinnvoll erschien – Tests zu sogenannten Familien zusammengefasst und ihre familienspezifisch adjustierten p-Werte (anstelle der rohen p-Werte) für die einzelnen Testentscheidungen verwendet. Für die Adjustierung kam das Verfahren nach Holm zum Einsatz.<sup>1</sup> Es garantiert, dass die "family-wise error rate" unter starker Kontrolle zum Niveau  $\alpha$  ist. Dies bedeutet, dass egal wie viele und welche der getesteten Hypothesen der Familie unbekannterweise tatsächlich wahr sind, die Wahrscheinlichkeit für mindestens einen Fehler 1. Art innerhalb der betrachteten Familie höchstens  $\alpha$  ist.

Als Beispiel für die Zusammenfassung mehrerer Tests zu einer Familie sei die Analyse der Zusammenhänge zwischen den Stammdatenvariablen Berufserfahrung und der Stellenwert der neun Eigenschaften temporärer K&B-Materialien bzw. Verfahren genannt (siehe Tabelle 6). Hier bilden die neun exakten Fisher-Tests auf Unabhängigkeit eine Familie.

## 4.5 Verwendete Software

Die auswertbaren Fragebögen wurden in einer MS Excel<sup>®</sup>-Tabelle erfasst, wobei fehlende Angaben durch den Eintrag NA (not available) gekennzeichnet wurden. Die Grafiken sowie die statistischen Analysen der importierten Daten wurden angefertigt bzw. durchgeführt mit der Statistiksoftware R (Version 2.7.1).

## 5 Ergebnisse

Der Gesamtrücklauf der 2000 versandten Fragebögen belief sich auf 729, was einer Rücklaufquote von 36,5% entspricht. Vor der statistischen Analyse wurden die Fragebögen auf ihre inhaltliche und formale Vollständigkeit bzw. Richtigkeit geprüft.

68 Fragebögen (9,3%), konnten nicht ausgewertet werden, da diese unvollständig waren oder Fehler in der Beantwortung aufwiesen. Dazu gehörten zum Beispiel fehlende Angaben zu den Stammdaten sowie unzulässige Mehrfachantworten zu den Fragepunkten "Eigenschaften temporärer K&B-Materialien" bzw. zu "Werkstoffen und Anfertigung".

Abschließend flossen 661 auswertbare Fragebögen, also 33,1%, in die statistische Auswertung ein.

### 5.1 Analyse der Stammdaten

Die Analyse der Stammdaten ergab folgende Ergebnisse: Von 661 ausgewerteten Fragebögen wurden 476 (72%) von Männern und 185 (28%) von Frauen beantwortet.

Die explorative Datenanalyse zum Alter der Zahnärztinnen und Zahnärzte zeigte ein Altersminimum von 25 Jahren sowie ein Altersmaximum von 78 Jahren. 50% aller Altersangaben lagen zwischen 43 und 56 Jahren. Das durchschnittliche Alter betrug 58 Jahre.

Zu 96,8% waren die Personen selbstständig, 2% waren als AssistenzärztInnen tätig, 1% befanden sich in einem Angestelltenverhältnis und 0,2% machten zu diesem Punkt keine Angaben.

Die tatsächliche Rücklaufquote, bezogen auf die Gesamtheit aller auswertbaren Fragebögen, war in den Bundesländern Bayern mit 19,5%, Nordrhein Westfalen mit 17,7%, Baden Württemberg mit 11,2%, Niedersachsen mit 9,7% und Hessen mit 9,5% am höchsten. In den restlichen Bundesländern lag die Quote zwischen 5,9% (Sachsen) und 1,4% (Saarland). Die niedrigste Rücklaufquote mit 1,1% konnte aus dem Bundesland Bremen verzeichnet werden.

Unter dem Fragepunkt Tätigkeitsschwerpunkte erfolgte eine Einteilung in neun verschiedene Bereiche (siehe Abb. 14), wobei die Schwerpunkte Implantologie und Oralchirurgie zu einem Punkt zusammengefasst wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass die

Allgemeine Zahnheilkunde mit 23,9% der am häufigsten genannte Tätigkeitsbereich war. Es folgten die Schwerpunkte Prothetik mit 17,5%, Implantologie/Oralchirurgie mit 14,7% und Parodontologie mit 11,2% der Antworten.

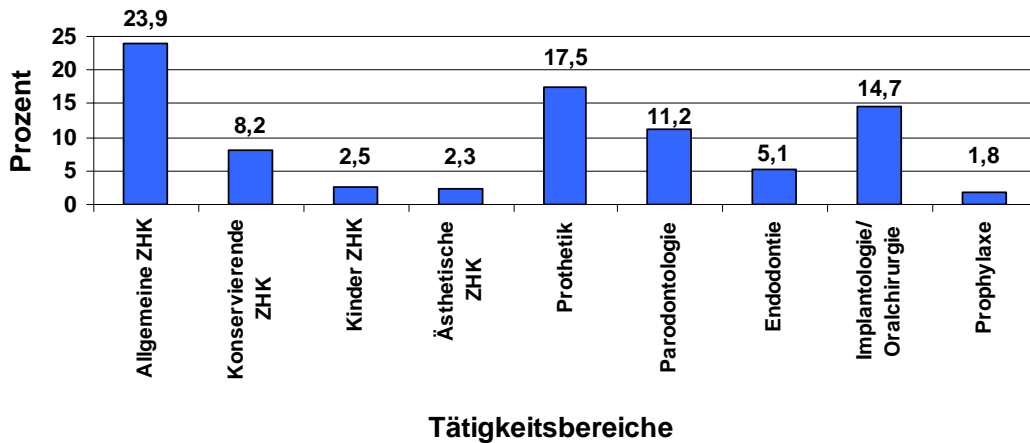


Abb. 14: Prozentuale Verteilung der Tätigkeitsschwerpunkte (N=661).

Zum Fragepunkt "Berufserfahrung" stellten sich die Ergebnisse (siehe Abb. 15) wie folgt dar. Die häufigsten Angaben entfielen mit 39,8% auf die Gruppe mit einer Berufserfahrung von 16-25 Jahren, die wenigsten mit 3,9% auf die Berufserfahrungsgruppe unter 5 Jahren.

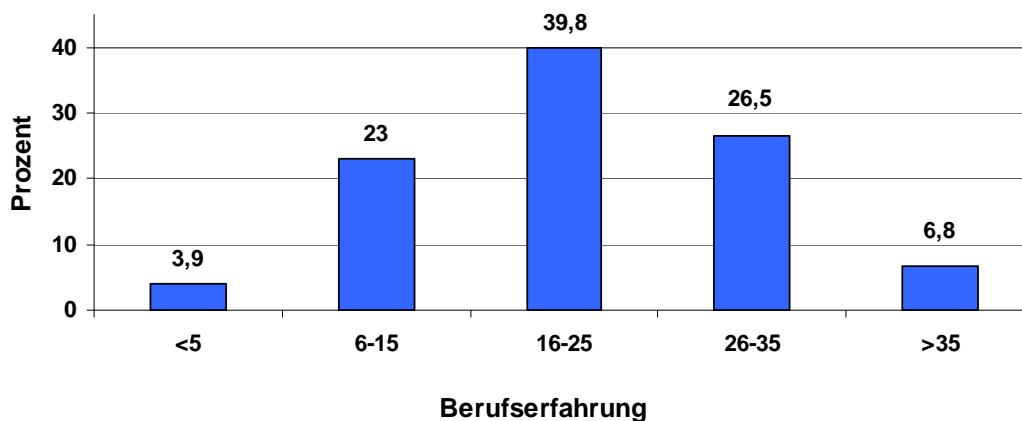


Abb. 15: Prozentuale Verteilung der Berufserfahrung (N=661).

Im folgenden Abschnitt des Fragebogens (siehe Abb. 16) wurde nach der prozentualen Verteilung der in den Zahnarztpraxen versorgten Privatpatienten gefragt. Es zeigte sich, dass die Mehrzahl der Befragten (34,8%) einen Privatpatientenanteil von 10-19% in

ihrer Praxis haben. Annähernd gleiche Werte, 26 bzw. 24%, entfielen auf einen Privatanteil von < 10% bzw. 20-39%.

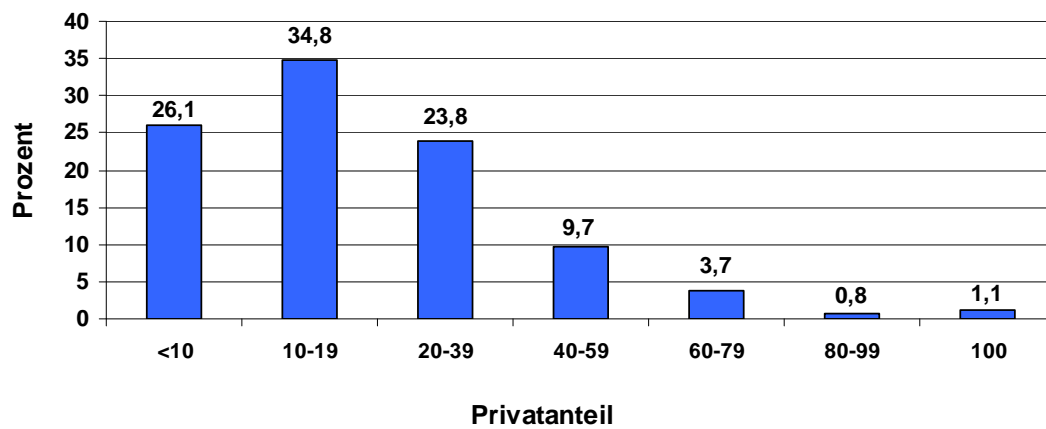


Abb. 16: Prozentuale Verteilung der Privatpatientenanteile (N=661).

## 5.2 Eigenschaften temporärer K&B-Werkstoffe und Kaufmotivation

Wie in Tabelle 2 dargestellt ergab die Auswertung der Daten, dass eine einfache und schnelle Herstellung, die mechanische Festigkeit bzw. Stabilität und die Passgenauigkeit prozentual am häufigsten mit "sehr wichtig" bewertet wurden.

In der Beurteilungskategorie "weniger wichtig" dominierten die Unterpunkte Zahnfarbenangebot und Herstellervertrauen. Die zu "Sonstige" gemachten Antworten konnten inhaltlich in vier verschiedene Themengruppen zusammengefasst werden:

- Verarbeitungstechnische Aspekte provisorischer K&B-Materialien
- Biologische Eigenschaften provisorischer K&B-Materialien
- Materialtechnische Eigenschaften provisorischer K&B-Materialien
- Patientenakzeptanz provisorischer K&B-Materialien

**Tabelle 2: Prozentuale Häufigkeiten der Gewichtung von Eigenschaften provisorischer Kronen- und Brückenmaterialien.**

	Stellenwert						k.A.	N
	1	2	3	4	5	6		
<b>Eigenschaften</b>								
Einfache Verarbeitung	59,1	36,0	3,9	0,4	0,6	0,0	0,0	661
Mechanische Festigkeit/ Stabilität	56,0	37,8	4,8	0,3	0,8	0,3	0,0	"
Reparaturfähigkeit	31,6	41,1	15,7	6,7	4,3	0,6	0,0	"
Passgenauigkeit	47,3	39,6	9,8	2,3	0,4	0,6	0,0	"
Fließfähigkeit	26,5	38,9	23,9	7,0	3,3	0,4	0,0	"
Ästhetik	18,3	46,0	28,6	5,1	1,4	0,6	0,0	"
Zahnfarbenangebot	1,1	19,2	39,3	24,4	11,5	4,5	0,0	"
Herstellervertrauen	10,3	23,6	27,5	20,0	11,8	6,8	0,0	"
Günstiger Preis/ Materialkosten	21,2	41,1	23,4	8,8	4,4	1,1	0,0	"
Sonstige	4,1	3,8	0,4	0,0	0,0	0,2	91,5	"

Gewichtung der Materialeigenschaften: **1** = "sehr wichtig", **2** = "wichtig", **3** = "weniger wichtig", **4** = "eher unwichtig", **5** = "unwichtig", **6** = "völlig unwichtig", **k.A.** = "keine Angabe", N=661.

## 5.3 Verwendete Werkstoffe, Anfertigung und Verarbeitung

### 5.3.1 Produkte

Insgesamt wurden 22 verschiedene Produkte benannt (siehe Abb. 17). Dabei zeigte sich, dass "Protemp Garant" mit 25,1% die Produktnennungen klar dominierte. Über 55% der Nennungen konzentrierten sich auf die drei Produkte "Protemp Garant", "Trim" und "Luxatemp".

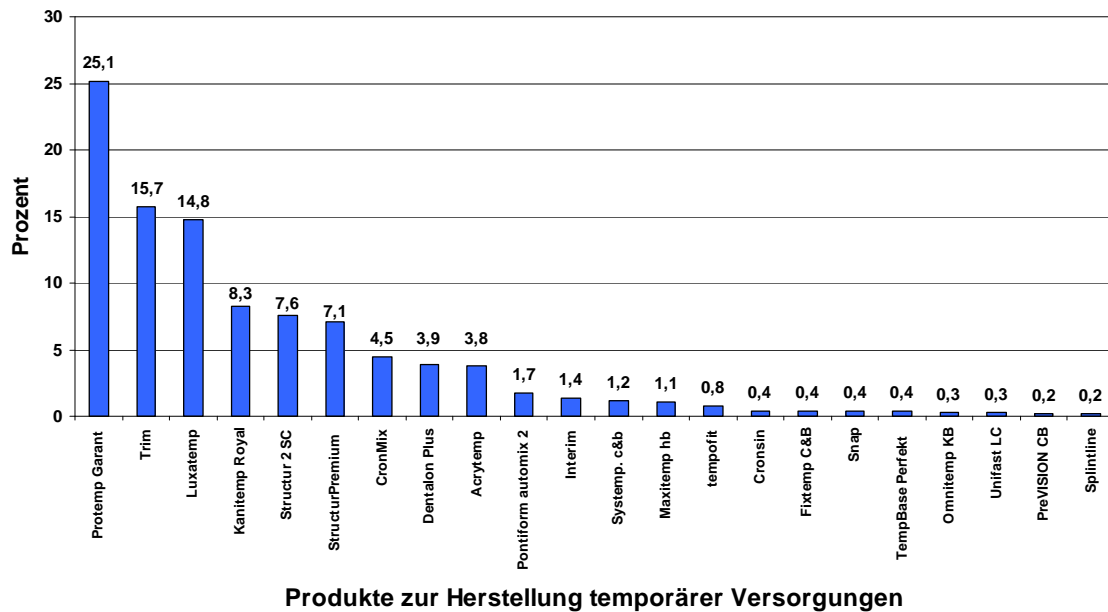


Abb. 17: Prozentuale Verteilung der verwendeten Produkte in der Praxis (N=661).

Je nach chemischer Provenienz erfolgte eine Einteilung der genannten Produkte in die Produktklassen "Composite-Material" und "Pulver/ Flüssigkeits-System" (siehe Abb. 18).

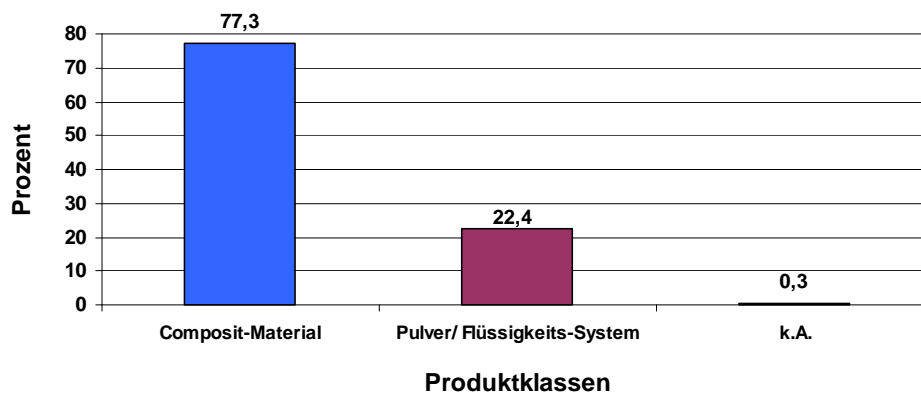


Abb. 18: Produktklassen nach prozentualer Verwendungshäufigkeit (N=661).

### 5.3.2 Herstellungsverfahren

Im Weiteren wurde nach dem individuellen Herstellungsverfahren temporärer Versorgungen gefragt. Möglich waren dabei Einfach- und Mehrfachantworten.

Die Ergebnisse zeigen (siehe Abb. 19), dass mehr als die Hälfte der Befragten zur individuellen Herstellung provisorischer Kronen und Brücken ausschließlich die Versorgungsabformung verwenden. Das Herstellungsverfahren mittels einer Versorgungsabformung und einer Tiefziehschiene nennen 15,3% der Befragten.

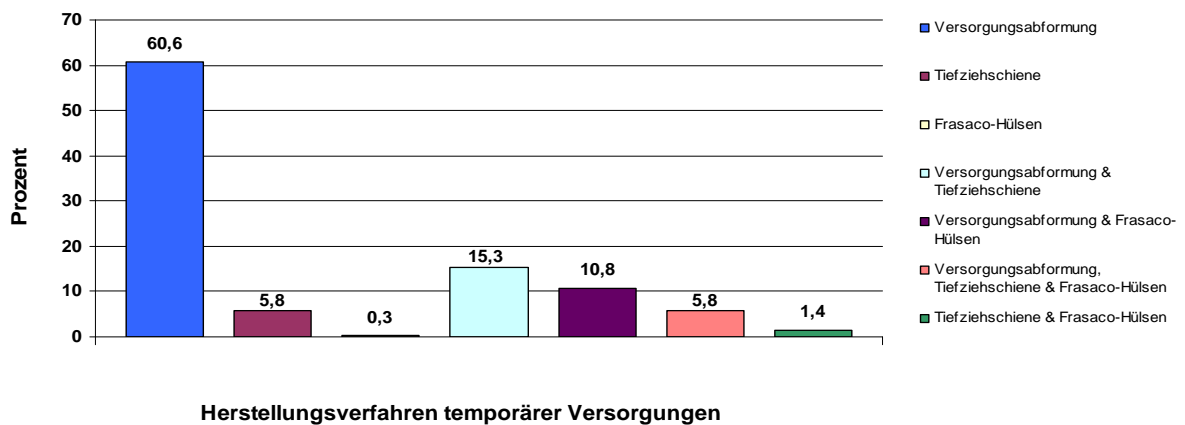


Abb. 19: Prozentuale Verteilung der Herstellungsverfahren temporärer Versorgungen (N=661).

Des Weiteren wurde untersucht, mit welchem Abformmaterial die Versorgungsabformung vorgenommen wird (siehe Abb. 20).

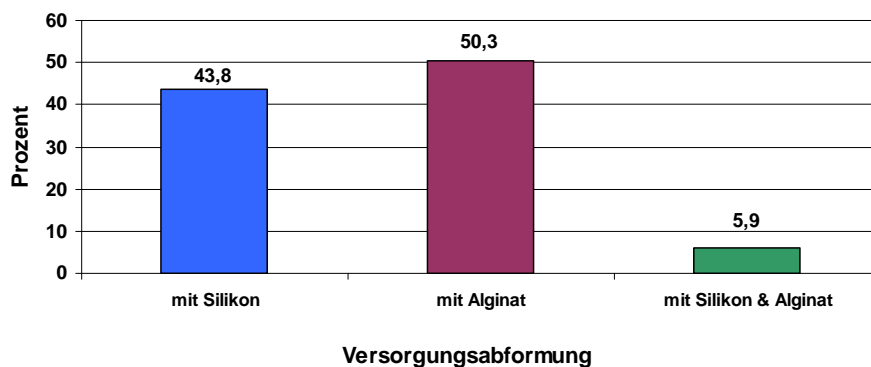


Abb. 20: Prozentuale Verteilung der Abformmaterialien mit Hilfe der Versorgungsabformung (N=661).

Hinsichtlich der Silikonanwender wurde ermittelt, welcher Abformträger in dieser Gruppe zum Einsatz kam. Die Ergebnisse zeigen (siehe Abb. 21), dass mehr als doppelt so häufig der Segmentlöffel verwendet wird wie der komplette Löffel.



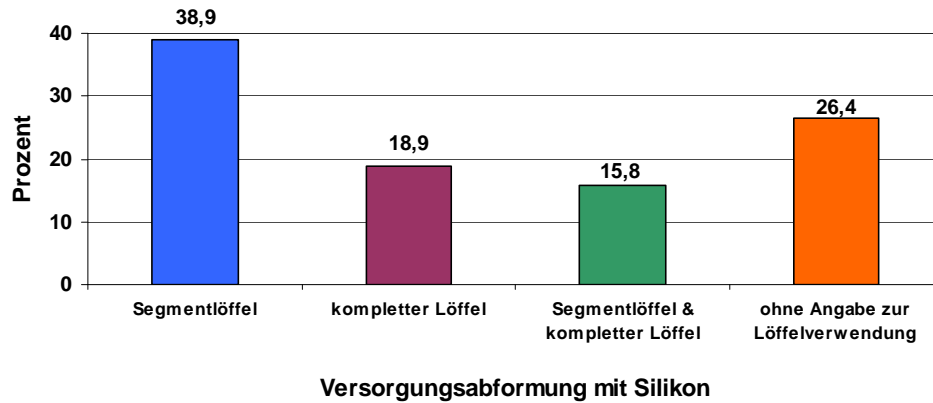


Abb. 21: Prozentuale Verteilung des Abformträgers bei Silikonanwendung (N=661).

Ebenso wurde die Art des Abformträgers bei den Alginatanwendern untersucht (siehe Abb. 22). Mehr als die Hälfte aller Befragten formt demnach mit einem kompletten Löffel in Kombination mit Alginat ab. Auf die ausschließliche Anwendung eines Segmentlöffels entfallen 14,5% der Angaben.

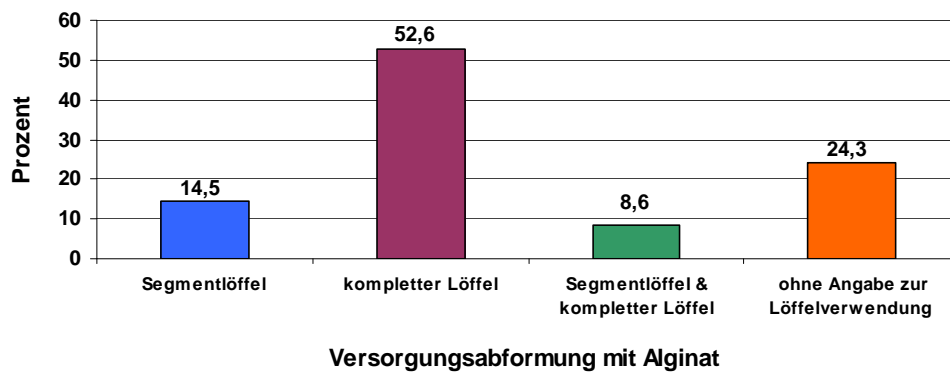


Abb. 22: Prozentuale Verteilung des Abformträgers bei Alginatanwendung (N=661).

Weitere Fragen beschäftigten sich mit der Verwendung vorgefertigter temporärer Kronen und Brücken (siehe Abb. 23), der Politur, der Aushärtung und Tragedauer temporärer Versorgungen.

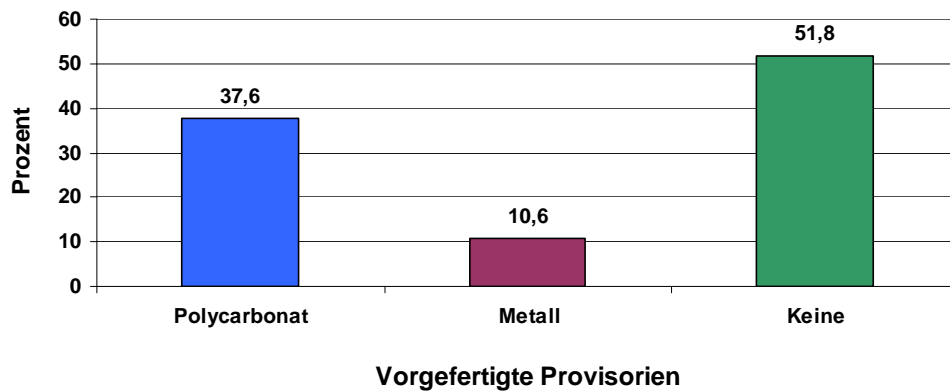


Abb. 23: Vorgefertigte Restaurationen (N=661).

Die Frage nach der Anfertigung von Brückenprovisorien ergab, dass 85% keine Faserverstärkung verwenden.

### 5.3.3 Verarbeitung temporärer K&B-Werkstoffe

Die Frage, ob in der Praxis eine Politur der temporären Kronen- und Brückenrestaurationen erfolgt, bejahen 83,4%. Ferner stellte sich bei der Umfrage heraus, dass 16,6% der Befragten keine Politur durchführt.

Für die Aushärtung in der Abformung entscheiden sich 60,7% der Befragten, 39,3% bevorzugen dagegen eine Aushärtung auf dem Zahnstumpf.

Im Hinblick auf die Tragedauer provisorischer Kronen und Brücken zeigte sich, dass eine Verweildauer der temporären Restauration von  $\leq 2$  Wochen am häufigsten in der Praxis vorkommt (Abb. 24).

Eine Tragedauer von  $\leq 1$  Monat bzw.  $\leq 6$  Monaten benennen ca. 50% der Zahnärztinnen und Zahnärzte.

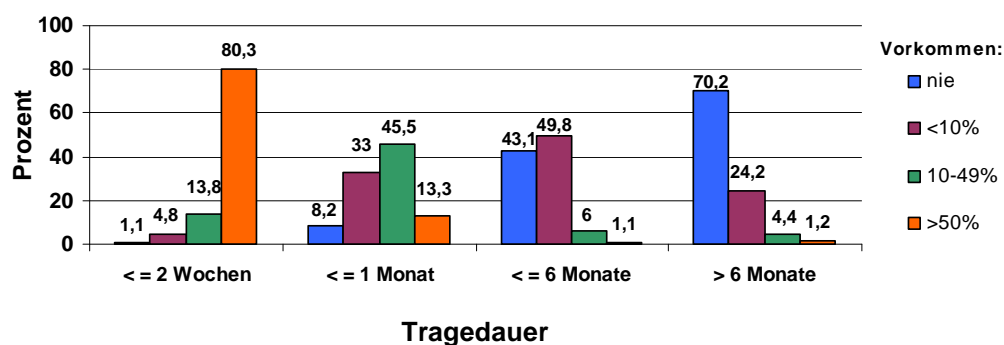


Abb. 24: Prozentuale Verteilung der Tragedauer temporärer Restaurationen nach der Häufigkeit des Vorkommens (N=661).

Ferner stellte sich heraus, wer in der Praxis die Herstellung temporärer Kronen und Brücken vornimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass in über 50% der Fälle die Zahnärztin bzw. der Zahnarzt die temporären Restauration anfertigt. Hingegen führen die Zahnärztinnen mit 29,2% und die Zahnmedizinischen Fachangestellten (ZMF) nur mit 16,2% die Herstellung temporärer Kronen und Brücken durch.

#### 5.3.4 Erforderliche Korrekturen und Probleme

Zur weiteren Untersuchung wurden Fragen zu Problemen bei der Herstellung temporärer Kronen und Brücken in Form von Blasenbildung, Rissen oder Frakturen gestellt. Ebenso wurde ermittelt, ob es während der Tragedauer zu Rissen oder Frakturen kommt und ob ein Ausschleifen des Lumens zur besseren Passung auf dem Zahnstumpf erfolgen muss. Eventuell erforderliche Okklusionskorrekturen wurden ebenfalls abgefragt. Tabelle 3 gibt die Ergebnisse wieder.

**Tabelle 3: Prozentuale Häufigkeiten von Problemen/Maßnahmen bei der Herstellung temporärer Versorgungen (N=661).**

	Vorkommen				N
	nie	<10%	10-49%	>50%	
<b>Herstellungsprobleme</b>					
Blasenbildung	4,5	55,4	36,7	3,4	661
Herstellungsrisse	13,8	62,6	22,9	0,9	"
<b>Probleme während Tragedauer</b>					
Tragedauerrisse	4,8	52,4	41,1	1,7	"
<b>Korrekturmaßnahmen</b>					
Lumenaussschleifung	27,1	42,3	18,5	12,1	"
Okklusionskorrekturen	2	18,7	36,6	42,7	"

## 5.4 Korrelationsanalysen

### 5.4.1 Korrelation zwischen dem Preis/Materialkosten und den Landesteilen neue und alte Bundesländer

Hierbei wurde die Verteilung des Stellenwerts des Preises bzw. der Materialkosten nach neuen und alten Bundesländern getrennt betrachtet. Beide Verteilungen zeigen ihre maximalen (und sogar gleichen) Häufigkeiten bei der Bewertung "wichtig". Jedoch bewerten mit 33,8% fast doppelt so viele Befragte aus den neuen Bundesländern den Stellenwert des Preises mit "sehr wichtig (siehe Abb. 25).

Die Landesteilzugehörigkeit und der Stellenwert des Preises sind voneinander signifikant abhängig (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit:  $p = 0,25$ ) und zwar dergestalt, dass zwischen den Bewertungsverteilungen in Ost und West eine signifikante Verschiebung existiert (Wilcoxons Rangsummentest auf Lokationsunterschied:  $p < 0,1$ ).

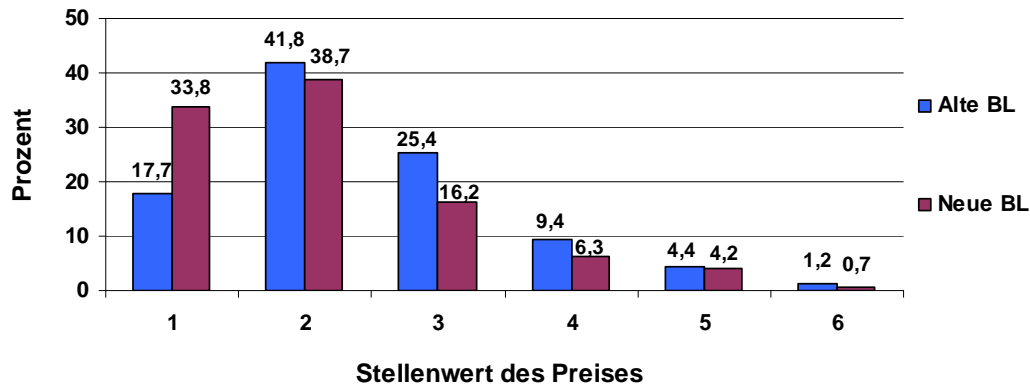


Abb. 25: Prozentuale Verteilung des Stellenwerts des Preises temporärer K&B-Materialien im Vergleich der neuen und alten Bundesländer (N=661). Einteilung der Bewertung: 1 = "sehr wichtig", 2 = "wichtig", 3 = "weniger wichtig", 4 = "eher unwichtig", 5 = "unwichtig", 6 = "völlig unwichtig".

#### 5.4.2 Korrelation zwischen Stammdaten und Eigenschaften temporärer K&B-Werkstoffe

Zusammenfassend zeigen im Folgenden die Tabellen 4 und 7 anhand der durchgeführten Testverfahren (Spearman'sche Rangkorrelation sowie Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm) und Testergebnisse die Zusammenhänge zwischen den bewerteten Eigenschaften temporärer K&B-Materialien bzw. Verfahren und den Stammdaten der befragten Zahnärztinnen und Zahnärzten.

Tabelle 5: Inferenzstatistische Analysen der Zusammenhänge zwischen den Stammdaten und den Eigenschaften temporärer K&B-Materialien bzw. Verfahren mittels der Spearmanschen Rangkorrelation und Fishers Exaktem Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm.

	Spearman's Rangkorrelation (rho-Wert)	Fishers Exakter Test (adjustierte p-Werte nach Holm)
<b>Berufserfahrung und...</b>		
Einfache Verarbeitung	-0,04	1
Mechanische Festigkeit/ Stabilität	-0,02	0,26
Reparaturfähigkeit	0,02	1
Passgenauigkeit	-0,01	1
Fliessfähigkeit	0,03	1
Ästhetik	0,05	1
Zahnfarbenangebot	0,09	0,08
Herstellervertrauen	0,16	0,001
Günstiger Preis/ Materialkosten	-0,04	0,13

**Privatanteil und...**

Einfache Verarbeitung	-0,03	0,9
Mechanische Festigkeit/ Stabilität	0,01	0,99
Reparaturfähigkeit	0,04	1
Passgenauigkeit	0,1	0,59
Fliessfähigkeit	0,06	1
Ästhetik	0,12	0,77
Zahnfarbenangebot	0,03	0,99
Herstellervertrauen	0	0,99
Günstiger Preis/ Materialkosten	-0,11	0,01

Bis auf das Herstellervertrauen zeigt keine der anderen acht Eigenschaften einen signifikanten Zusammenhang bzw. Korrelation zur Berufserfahrung (siehe Tab. 4). Anhand der Ergebnisse aus Tabelle 5 lassen sich für das Herstellervertrauen und die Berufserfahrung folgende Erkenntnisse gewinnen:

Je höher die Berufserfahrung der Befragten ist, desto höher ist tendenziell der Stellenwert des Vertrauens gegenüber dem Hersteller temporärer K&B-Materialien (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm:  $p = 0,001$ ). Zudem ist zu beobachten, dass mit steigender Berufserfahrung im Bereich von 6-25 Jahren der Stellenwert des Herstellervertrauens zwar abnimmt, aber bei einer Berufserfahrung von über 26 Jahren diese wieder zunimmt.

**Tabelle 5: Prozentuale Häufigkeitsverteilung von Berufserfahrung und Herstellervertrauen (N=661).**

Herstellervertrauen	Stellenwert (prozentual)				N
	1	2	3	4+	
Berufserfahrung (in Jahren)					
<6	15,4	15,4	26,9	42,3	26
6-15	3,9	21,7	32,9	41,4	152
16-25	8	20,2	28,5	43,3	263
26+	16,8	30	22,7	30,5	220

Bis auf den Preis zeigte keine der anderen acht Eigenschaften einen signifikanten Zusammenhang bzw. eine Korrelation zum Privatanteil (siehe Tab. 4). Für den Privatanteil gilt (vgl. Tab. 6): Mit steigendem Anteil an Privatpatienten sank tendenziell die der Stellenwert Preises temporärer K&B-Werkstoffe (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm:  $p = 0,01$ ).

**Tabelle 6: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Privatanteil und der Preisgünstigkeit (N=661).**

Günstiger Preis/ Materialkosten	Stellenwert (prozentual)				N
	1	2	3	4+	
Privatanteil (in Prozent)					
<10	23,3	40,7	26,7	9,3	139
10-19	22,6	44,3	20,9	12,2	272
20-39	19,1	45,2	22,9	12,7	155
40+	17	28	25	30	95

Betrachtet man die Ergebnisse in Tabelle 7, so zeigt sich, dass neben der bereits beschriebenen signifikanten Abhängigkeit zwischen den alten und neuen Bundesländern und dem Stellenwert des Preises (siehe Kapitel 4.4.0) noch zwei weitere signifikante Zusammenhänge existieren. Bis auf Farbenangebot und Preis (adjustierte p-Werte nach Holm:  $p < 0,001$ ) zeigten jedoch keine weiteren Eigenschaften einen signifikanten Zusammenhang zum Geschlecht der Befragten.

**Tabelle 7: Inferenzstatistische Analysen der Zusammenhänge zwischen den Stammdaten und den Eigenschaften temporärer K&B-Materialien bzw. Verfahren mittels Fishers Exaktem Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm.**

	Fishers Exakter Test (adjustierte p-Werte nach Holm)
<b>Landesteil/ Bundesländer und...</b>	
Günstiger Preis/ Materialkosten	0,25
<b>Berufsstatus und...</b>	
Einfache Verarbeitung	1
Mechanische Festigkeit/ Stabilität	1
Reparaturfähigkeit	1
Passgenauigkeit	1
Fliessfähigkeit	0,55
Ästhetik	1
Zahnfarbenangebot	1
Herstellervertrauen	1
Günstiger Preis/ Materialkosten	1

**Geschlecht und...**

Einfache Verarbeitung	0,35
Mechanische Festigkeit/ Stabilität	1
Reparaturfähigkeit	1
Passgenauigkeit	0,08
Fliessfähigkeit	0,75
Ästhetik	0,19
Zahnfarbenangebot	< 0,001
Herstellervertrauen	0,41
Günstiger Preis/ Materialkosten	< 0,001

Die männlichen Befragten tendierten dazu, den Stellenwert des Farbenangebotes als "eher unwichtig" bis "völlig unwichtig" zu bewerten. Hingegen betrachteten die weiblichen Behandler diesen Zusammenhang tendenziell häufiger als "sehr wichtig" bis "wichtig" (siehe Tab. 8).

**Tabelle 8: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Geschlecht und dem Zahnfarbenangebot (N=661).**

<b>Zahnfarbenangebot</b>	<b>Stellenwert (prozentual)</b>				<b>N</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4+</b>	
<b>Geschlecht</b>					
Männlich	0,8	15,2	39,3	44,7	476
Weiblich	1,6	29,7	39,5	29,2	185

Ähnliche Ergebnisse waren für den Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Stellenwert des Preises temporärer K&B-Materialien zu beobachten (siehe Tab. 9). Die befragten Männer bewerteten einen günstigen Preis grundsätzlich als "wichtig", tendenziell aber häufiger als "eher unwichtig" bis "völlig unwichtig" als ihre Kolleginnen, welche in ihren Bewertungen deutlich öfter den Preisfaktor als "sehr wichtig" bis "wichtig" angaben.

**Tabelle 9: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Geschlecht und Preis (N=661).**

<b>Günstiger Preis/ Materialkosten</b>	<b>Stellenwert (prozentual)</b>				<b>N</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4+</b>	
<b>Geschlecht</b>					
Männlich	17,2	39,5	25,4	17,9	476
Weiblich	31,4	45,4	18,4	4,9	185

### 5.4.3 Korrelation zwischen Werkstoffen/Anfertigung und Stammdaten

Innerhalb dieses Untersuchungspunktes zeigten sich nach inferenzstatistischen Analysen keine signifikanten Zusammenhänge (siehe Tab. 10).

**Tabelle 10: Inferenzstatistische Analysen der Zusammenhänge zwischen den bewerteten Angaben der verwendeten Werkstoffe bzw. Anfertigung und den Stammdaten mittels Fishers Exaktem Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm.**

Fishers Exakter Test (adjustierte p-Werte nach Holm)	
<b>Berufserfahrung und...</b>	
Produktklasse	0,86
Herstellungsverfahren	1
Provisorienanfertigung	1
Blasenbildung	1
Herstellungsrisse	1
Tragedauerrisse	0,86
Lumenausschleifung	1

### 5.4.4 Korrelation zwischen Eigenschaften und Materialtyp bzw. Anfertigung

Bei der Betrachtung der Ergebnisse für den Zusammenhang zwischen der Passgenauigkeit und den Produktklassen (siehe Tab. 11) ergab sich mit  $p = 0,08$  (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm) ein signifikantes Ergebnis. Die Gruppe der Compositeanwender bewertete mit deutlicher Mehrheit die Passgenauigkeit mit "sehr wichtig" oder "wichtig" (49,7% bzw. 39,3%). Diese Bewertungstendenz zeigte sich bei den Anwendern des Pulver-/ Flüssigkeits-Systems ähnlich.

**Tabelle 11: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Produktklasse und der Passgenauigkeit (N=661).**

Passgenauigkeit	Stellenwert (prozentual)				N
	1	2	3	4+	
Produktklasse					
Composite-Material	49,7	39,3	9	2	512
Pulver/ Flüssigkeit-System	37,8	41,3	12,8	8,1	149

Untersucht man die Korrelation zwischen der mechanischen Festigkeit und den Produktklassen (siehe Tab. 12), so zeigt sich mit  $p = 0,03$  (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm) folgender signifikanter Zusammenhang:



Die Beurteilung des Stellenwerts der mechanischen Festigkeit wird in der Produktklasse der Compositeanwender zu 60% mit "sehr wichtig" bewertet. Das Maximum in der Gruppe der Anwender des Pulver-/ Flüssigkeits-Systems ist in der Kategorie "wichtig" zu finden und beträgt 45%. Zusammenfassend lässt sich anhand der Ergebnisse zeigen, dass den Compositeanwendern die mechanische Festigkeit temporärer K&B-Werkstoffe mehrheitlich sehr wichtig ist. Ferner bewerten die Anwender des Pulver-/Flüssigkeits-Systems diese Materialeigenschaft mehr als doppelt so häufig mit "weniger wichtig" bzw. "völlig unwichtig".

**Tabelle 12: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Produktklasse und der Festigkeit (N=661).**

Mechnische Festigkeit/ Stabilität	Stellenwert (prozentual)				N
	1	2	3	4+	
<b>Produktklasse</b>					
Composite-Material	59,7	35,8	3,7	0,8	512
Pulver/ Flüssigkeit-System	43,2	44,6	8,8	3,4	149

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen Preis und Produktklassen (siehe Tab. 13) zeigt in der Gruppe der Compositeanwender ein Stimmenübergewicht hinsichtlich der Bewertungskategorien "wichtig" bzw. "weniger wichtig". In der Produktgruppe der Pulver-/ Flüssigkeitsanwender liegt der Schwerpunkt hingegen mit 49% in der Kategorie "wichtig". Die inferenzstatistische Analyse ergibt ein Signifikanzwert von  $p = 0,02$  (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm), was auf ein deutlicheres Preisbewusstsein seitens der Anwender des Pulver-/ Flüssigkeits-Systems im Vergleich zu den Compositeanwendern schließen lässt.

**Tabelle 13: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Produktklasse und der Preisgünstigkeit (N=661).**

Günstiger Preis/ Materialkosten	Stellenwert (prozentual)				N
	1	2	3	4+	
<b>Produktklasse</b>					
Composite-Material	21,2	38,7	26	14,1	512
Pulver/ Flüssigkeit-System	20,9	49,3	14,9	14,9	149

Zusammenfassend zeigt die Tabelle 14 anhand der durchgeführten Testverfahren und Testergebnisse die Zusammenhänge zwischen den bewerteten Eigenschaften temporärer K&B-Materialien bzw. Verfahren und den Angaben der verwendeten Werkstoffe bzw. Anfertigung.

**Tabelle 14: Inferenzstatistische Analysen der Zusammenhänge zwischen den bewerteten Eigenschaften temporärer K&B-Materialien bzw. Verfahren und den Angaben der verwendeten Werkstoffe bzw. Anfertigung mittels Fishers Exaktem Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm.**

	Fishers Exakter Test (adjustierte p-Werte nach Holm)
<b>Reparaturfähigkeit und...</b>	
Produktklasse	0,12
<b>Ästhetik und...</b>	
Produktklasse	0,37
<b>Zahnfarbenangebot und...</b>	
Produktklasse	0,82
<b>Herstellervertrauen und...</b>	
Produktklasse	0,09
<b>Günstiger Preis/ Materialkosten und...</b>	
Produktklasse	0,02
<b>Mechanische Festigkeit/ Stabilität und...</b>	
Herstellungsrisse	1
Tragedauerrisse	1
Faserverstärkung	1
Produktklasse	0,03
<b>Einfache Verarbeitung und...</b>	
Hauptgruppe	nicht zu ermitteln
Provisorienpolitur	1
Blasenbildung	1
Herstellungsrisse	1
Okklusionskorrekturen	1
Lumenausschleifung	1
Produktklasse	1
<b>Passgenauigkeit und...</b>	
Lumenausschleifung	0,72
Okklusionskorrekturen	0,4
Produktklasse	0,003
<b>Fliessfähigkeit und...</b>	
Blasenbildung	0,33
Produktklasse	0,07

### 5.4.5 Korrelationen innerhalb der Werkstoffe/Anfertigung

Zusammenfassend zeigt Tabelle 15 anhand der durchgeführten Testverfahren und Testergebnisse die Zusammenhänge innerhalb der bewerteten Angaben zu den verwendeten Werkstoffen bzw. Anfertigung.

**Tabelle 15: Inferenzstatistische Analysen der Zusammenhänge innerhalb der bewerteten Angaben zu den verwendeten Werkstoffen bzw. Anfertigung mittels des Fishers Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm.**

	Fishers Exakter Test (adjustierte p-Werte nach Holm)
<b>Produktklasse und...</b>	
Herstellungsverfahren	0,14
Provisorienanfertigung	1
Provisorienaushärtung	0,001
Tragedauer	nicht zu ermitteln
Blasenbildung	1
Herstellungsrisse	0,14
Tragedauerisse	1
Lumenausbleifung	1
Okklusionskorrekturen	1
Faserverstärkung	1
<b>Tragedauerisse und...</b>	
Tragedauer	nicht zu ermitteln
<b>Anfertigung und...</b>	
Provisorienpolitur	0,01
Provisorienaushärtung	0,8
Blasenbildung	0,8
Herstellungsrisse	0,23
Tragedauerisse	0,67
Lumenausbleifung	0,18
Okklusionskorrekturen	0,03
Faserverstärkung	0,67
<b>Faserverstärkung und...</b>	
Tragedauer	nicht zu ermitteln

Innerhalb des Untersuchungspunktes zwischen der Produktklasse und der Provisorienaushärtung zeigen sich folgende Ergebnisse (siehe Tab. 16):

Mehr als 60% der Befragten lassen die temporäre Versorgung in der Abformung aushärten. Der Anteil der Compositeanwender liegt dabei bei über 80%. Die Provisorienaushärtung auf dem Zahn geben rund 39% aller befragten Kolleginnen und

Kollegen an. Dabei ist der Anteil an Anwendern des Pulver-/ Flüssigkeits-Systems mit über 30% annähernd doppelt so hoch wie in der Gruppe "Aushärtung in der Abformung".

Somit ergibt sich zwischen der Produktklasse und der Provisorien-aushärtung ein signifikanter Zusammenhang hinsichtlich der Anwendergruppe (Fishers Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm  $p = 0,001$ ).

**Tabelle 16: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung zwischen der Produktklasse und der Provisorien-aushärtung (N=661).**

	Produktklasse (prozentual)		N
	Composite-System	Pulver/ Flüssigkeit-System	
<b>Provisorien-aushärtung...</b>			
in der Abformung	82,8	17,2	402
auf dem Zahn	69,4	30,6	259

Die Ergebnisse zum Untersuchungspunkt „Provisorienpolitur“ (Tab. 17) zeigen, dass in allen drei genannten Personengruppen mehrheitlich eine Politur der temporären Restauration erfolgt. Mehr als 50% derjenigen die eine Politur durchführen sind Zahnärztinnen oder Zahnärzte, 31% sind Zahnarzthelferinnen und 18% als ZMF\* tätig. Die inferenzstatistische Analyse der Daten ergibt einen Signifikanzwert von  $p = 0,01$  (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm).

**Tabelle 17: Gemeinsame absolute Häufigkeitsverteilung von Provisorienpolitur und Anfertigung (N=661).**

	Provisorienpolitur (absolut)	
	Nein	Ja
<b>Anfertigung durch...</b>		
Zahnärztin/-arzt	77	284
ZMF	9	98
Helferin	24	169

Des Weiteren wurde der Zusammenhang zwischen eventuell auftretenden Okklusionskorrekturen und der Provisorienanfertigung untersucht. Wie in Tabelle 18 gezeigt, wurde auch hierbei eine Einteilung in drei Personengruppen vorgenommen. Die Ergebnisse verdeutlichten, dass mehrheitlich in allen drei Gruppen in > 50% der Fälle eine Korrektur der Okklusionsverhältnisse erfolgt. Weiter lässt sich sagen, dass die Häufigkeit von Okklusionskorrekturen mit  $p = 0,03$  signifikant (Fishers Exakter Test auf Unabhängigkeit, adjustiert nach Holm) von der Personengruppe abhängt.

Der Anteil derjenigen, die in über 50% der Fälle Okklusionskorrekturen durchführen liegt in der Gruppe der Zahnärztinnen und Zahnärzte mit über 49% am höchsten.

**Tabelle 18: Gemeinsame prozentuale Häufigkeitsverteilung von Okklusionskorrekturen und Provisorienanfertigung (N=661).**

	Okklusionskorrekturen (prozentual)	
	nie	< 10%
<b>Anfertigung durch...</b>		
Zahnärztin/-arzt	2,2	23,5
ZMF	0	16,8
Helferin	2,6	10,9

\* Zahnmedizinische Fachhelferin

## 6 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden im Rahmen einer repräsentativen Studie niedergelassene Zahnärztinnen und Zahnärzte zu Anforderungen bzw. wünschenswerten Produktmerkmalen sowie zur Verarbeitung temporärer K&B-Werkstoffe befragt. Dazu erfolgte der Versand von 2000 Fragebögen im gesamten Bundesgebiet.

### 6.1 Kritische Betrachtung der eigenen Studie

Am Beginn der Untersuchung stand die Aufgabenstellung einen geeigneten Adressdatensatz in Form einer repräsentativen Stichprobe zu ermitteln. Dabei standen zwei Alternativen zur Auswahl. Einerseits bestand die Möglichkeit über die Landes Zahnärztekammern der einzelnen Bundesländer Adressdatensätze niedergelassener Zahnärztinnen und Zahnärzten zu erwerben. Andererseits ergab sich die Alternative eines im Handel frei käuflichen Datensatzes in Form einer Telefon- und Branchenbuch-CD-ROM.

Aufgrund organisatorischer Rahmenbedingungen fiel die Entscheidung zugunsten des CD-Datensatzes aus. Als Datengrundlage diente dabei die "KlickTel"- Ausgabe vom Frühjahr 2007 sowie die "KlickIdent"- Ausgabe 2007.

Aus den gesamten Datensätzen dieser CDs wurden alle verzeichneten zahnärztlich tätigen Ärzte, insgesamt waren es 48.161 Einträge, ausgewählt. In einem weiteren Schritt wurden Kolleginnen und Kollegen mit den Fachrichtungen Kieferorthopädie, Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie, diplomstomatologisch tätige Zahnärztinnen und Zahnärzte sowie universitäre Einrichtungen aus der getroffenen Datenauswahl entfernt. Diese Selektion wurde aus folgenden Gründen vorgenommen:

Einerseits befasst sich diese Studie gezielt mit den Anforderungen sowie Produktmerkmalen temporärer K&B-Werkstoffe und bindet somit inhaltlich nicht alle Fachrichtungen der Zahnheilkunde ein. Zweitens war das Ziel dieser Untersuchung eine repräsentative Befragung innerhalb der Zahnarztpraxen und nicht innerhalb anderer Einrichtungen wie Kliniken oder Universitäten durchzuführen. Somit ergab sich nach der Datenreduzierung ein Adressdatensatz von insgesamt 36.393 Zahnärztinnen und Zahnärzten im gesamten Bundesgebiet. Aus dieser Auswahl wurden durch ein spezielles Randomisierungsverfahren (siehe dazu Kapitel 4.3) 2000 Adressen zufällig ausgewählt.

Angesichts der veröffentlichten Daten der Bundeszahnärztekammer von 2007, die ca. 56.000 tätige Zahnärztinnen und Zahnärzte im gesamten Bundesgebiet für das Jahr 2007 ausweist, erscheint die eigene Datenfilterung und Reduzierung anhand der CD-Datensätze auf 36.000 Kolleginnen und Kollegen zunächst vergleichsweise gering. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Zahlen der Bundeszahnärztekammer sowohl angestellte wie auch niedergelassene Zahnärztinnen und Zahnärzte umfasst, wodurch sich eine geringere Anzahl an Praxen im Bundesgebiet ergibt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die ermittelten 56.000 Kolleginnen und Kollegen zum Teil universitär tätig sind und im Rahmen dieser Studie explizit ausgeschlossen werden sollten.

Ferner stellt sich die Frage, ob die versandten 2000 Fragebögen für eine repräsentative Studie ausreichend bemessen waren. Vor dem Hintergrund der hohen Gesamtrücklaufquote von 36,5% bzw. 729 beantworteten Fragebögen kann jedoch davon ausgegangen werden. Insgesamt sind von 729 zurückgesendeten Fragebögen 661 (90,7%) in die Auswertung der Studie eingeflossen. Diese Werte zeigen, wie effizient die Gestaltung des Fragebogens (strukturiertes Ankreuzsystem) und des persönlichen Anschreibens inklusive des Rücksendeumschlags war.

Der Zeitraum der Umfrage erstreckte sich von Anfang August 2007 bis Ende Dezember 2007. Fraglich ist, ob eine längere Rücklaufzeit die Rücklaufquote positiv beeinflusst hätte. Da nach diesem Zeitpunkt jedoch nur noch vereinzelt Fragebögen zurückgesandt wurden, kann der Zeitraum für den Rücklauf als ausreichend bezeichnet werden.

## 6.2 Diskussion der Ergebnisse

### 6.2.1 Stammdaten

Gegenstand des Fragebogens war eine einleitende Klassifizierung der persönlichen Stammdaten. Diese beinhalteten die Fragen nach Geschlecht, Alter, Berufserfahrung, Berufsstatus, Tätigkeitsschwerpunkt, Anteil an Privatpatienten und dem Bundesland in dem die Befragte bzw. der Befragte tätig ist.

Die Ergebnisse zum Berufsstatus ergaben, dass nahezu 97% der Befragten selbstständig sind. Dies wird dadurch untermauert, dass nahezu 40% der Antworten auf den Berufserfahrungszeitraum von 16-25 Jahren entfiel.

### **6.2.2 *Eigenschaften temporärer K&B-Materialien***

Bei der Untersuchung der Eigenschaften temporärer K&B-Werkstoffe zeigten sich folgende Auffälligkeiten. Mit "sehr wichtig" wurden die Eigenschaften der einfachen Herstellung, der Festigkeit sowie der Passgenauigkeit bewertet. Dieses Ergebnis scheint im Zusammenhang der alltäglichen Praxiserfahrung durchaus nachvollziehbar.

Die einfache und schnelle Herstellung ist nicht nur aus zeitlichen Gründen für den Zahnarzt sowie für den Patienten positiv zu sehen, vielmehr ist dieser Punkt auch aus ökonomischer Sichtweise des behandelnden Arztes als Unternehmer von Relevanz. Ebenso wichtig erscheinen in diesem Zusammenhang die hohe mechanische Festigkeit sowie die Passgenauigkeit der temporären Restauration. Somit lassen sich ein geringerer Nachsorgebedarf sowie eine effizientere temporäre Versorgung erzielen.

Eine nach funktionellen und ästhetischen Ansprüchen hergestellte provisorische Versorgung ermöglicht dem Patienten eine problemlose Überbrückung des Zeitraums bis zum Eingliedern der definitiven Restauration.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung stehen im Einklang mit den Empfehlungen von *Borchers et al.*<sup>5</sup> So sind die folgenden Eigenschaften für die Herstellung temporärer Kronen und Brücken erforderlich oder wünschenswert: Die Unschädlichkeit für das Zahn- und Mundgewebe, eine einfache Verarbeitung, eine kurze Verarbeitungszeit, Härte, Abrasionsfestigkeit, eine glatte Oberfläche, Porenfreiheit, Polierbarkeit und eine zahnähnliche Farbe.

Andere Kriterien wie die Reparatur- und Fliessfähigkeit, die Ästhetik, die Zahnfarbenanzahl, das Herstellervertrauen sowie der Preis wurden dagegen nur mit "wichtig" bzw. "weniger wichtig" bewertet. Dies mag darin begründet sein, dass Materialeigenschaften wie die einfache Herstellung sowie die Festigkeit bzw. langfristige Stabilität einer temporären Versorgung deshalb subjektiv besonders wichtig erachtet werden, da diese Kriterien in der heutigen Zeit durch wachsenden Termin- und Kostendruck immer weiter in den Fokus geraten.

### **6.2.3 *Verwendete Werkstoffe/ Anfertigung***

Im Rahmen der Evaluierung wurden 22 Produkte zur Herstellung temporärer Restaurationen benannt und deren Häufigkeitsverteilung ermittelt. Dabei zeigte sich, dass nach Einteilung in die Produktklassen Composite und Pulver-/Flüssigkeits-Systeme, 77% der



Befragten das Composite-System zur Herstellung temporärer Kronen und Brücken bevorzugen.

Diese Ergebnisse können darauf zurückgeführt werden, dass Composite-Systeme viele verarbeitungstechnische Vorteile gegenüber dem Pulver-/ Flüssigkeitssystem aufweisen. So sind die einfache Handhabung durch Automischsysteme sowie die gleichbleibende Misch- und Produktqualität wichtige Kriterien, die für das Composite-System sprechen. Vergleicht man beide Systeme hinsichtlich weiterer materialtechnischer Anforderungen, muss konstatiert werden, dass Pulver-/ Flüssigkeits-Systeme nicht ausschließlich Nachteile gegenüber Composite-Systemen haben. So sind unter anderem die bessere Polierbarkeit sowie die einfachere Reparaturfähigkeit dieser Systeme als nicht unerhebliche Vorteile zu bewerten.

Aus wirtschaftlich ökonomischer Sicht hingegen zeigen beide Systeme Vor- und Nachteile. Zum einen überzeugt das Pulver-/ Flüssigkeits-System durch seinen kostensparenden Materialeinsatz, kann aber andererseits aufgrund ungenauer Dosierbarkeiten zu Defiziten hinsichtlich der Werkstoffeigenschaften führen und somit zeitintensive Reparaturmaßnahmen erforderlich machen.

Das Composite-System ist dem gegenüber teurer im Einkauf. Allerdings zeigen die mechanisch-physikalischen Werkstoffeigenschaften bessere Voraussetzungen hinsichtlich einer problemlosen Tragedauer der temporären Versorgung.

Die Verarbeitung der verschiedenen Werkstoffe, die damit verbundenen Verarbeitungsprobleme sowie die einzelnen Werkstoffgruppen sind in dieser Arbeit als wichtige Parameter identifiziert worden, da in der Literatur hierzu bisher keine Angaben zu finden sind. Ferner geht aus der Literatur nicht eindeutig hervor, welches Herstellungsverfahren - alleinig oder in Kombination mit anderen Techniken - die optimale Anwendung für die tägliche Praxis darstellt. Offensichtlich ist jedoch, dass eine genaue Indikationsstellung für ein bestimmtes Anwendungsverfahren im Voraus vorliegen sollte. Jedes einzelne System zur Herstellung temporärer Restaurationen bietet hinsichtlich seiner Verarbeitung, Werkstoffeigenschaften und Funktion ganz individuelle Vor- und Nachteile, so dass eine Verknüpfung einzelner Verfahren und Hilfsmittel miteinander je nach Indikation als effizienteste Lösung bzw. Versorgung erscheint.

Nach *Burke et al.* <sup>6</sup> wird eine Kombination aus Abformlöffelmethode, Tiefziehschiene und einem Fertigformsatz wie zum Beispiel einer Frasaco-Hülse für den Einsatz eines

evtl. stark zerstörten Einzelzahn alle Einsatzmöglichkeiten in einer Praxis gerecht. Selbst wirtschaftliche Gründe sprechen demnach kaum gegen diese Methodik, denn die anfallenden Anschaffungskosten für die verschiedenen Techniken sind relativ gering, besonders da bei allen Systemen der gleiche temporäre Werkstoff verwendet werden kann.<sup>6, 18</sup>

Nach *Krause-Hohenstein et al.*<sup>35</sup> ist bei der Tiefziehfolienmethode ebenfalls kein höherer Zeit- und Materialaufwand zu erwarten, da bei jeder prothetischen Arbeit ein Situationsmodell bereits aus diagnostischen Gründen vorliegen sollte. Mit der verbesserten Passgenauigkeit der Tiefziehfolie kommt es "chair-side" sogar zu einer großen Zeiterparnis durch das Wegfallen störender Okklusionsbereiche und der einfacheren Ausarbeitung des Provisoriums bei Verwendung von Polycarbonattiefziehfolien.<sup>6, 18</sup> Außerdem lassen sich bereits im Voraus geplante ästhetische und therapeutische Korrekturen auf der Grundlage eines Arbeitsmodells umsetzen und auf die Schiene übertragen. Diese Form der Planung ist beim Verfahren der Versorgungsabformung nicht möglich. Des Weiteren bestehen bei der Schientechnik die Vorteile, dass einerseits während der gesamten Behandlungsphase eine dauerhaft situationsstabile Formgebungshilfe zur Verfügung steht und andererseits während der Präparation ein kontrollierter Abtrag der Zahnhartsubstanz erfolgen kann.

Andererseits stehen die Ergebnisse der vorliegenden Studie den Erkenntnissen von *Burke et al.* sowie von *Krause-Hohenstein et al.* kontrovers gegenüber. Das einfach und schnell zu handhabende Anwendungssystem einer Versorgungsabformung wird demnach von etwa 61% der Befragten eingesetzt. Lediglich 6% benutzen hingegen allein die Tiefziehschiene und gerade einmal 0,3% arbeiten ausschließlich mit vorgefertigten Formgeber wie zum Beispiel den Frasco-Hülsen.

Um den Herstellungsweg einer temporären Versorgung in der täglichen Praxis weiter zu evaluieren, wurden im Rahmen der Umfrage weitere Fragestellungen untersucht:

### **Arten der Verwendung vorgefertigter Provisorien**

Zur Gruppe der vorgefertigten temporären Restaurationen zählen Zinnkappchen, Metallkronen, Zelluloidhülsen, Polycarbonatkronen sowie lichthärtende Composite-Kronen. Der Anwendungsbereich solcher konfektionierter Hohlformen liegt primär bei der Versorgung einzelner oder weniger Zähne, die vor der Präparation bereits einen erheblichen Substanzdefekt aufweisen.<sup>51</sup> Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass

diese Versorgungsform oftmals eine Anpassung an die individuelle klinische Situation erfordert. Außerdem sind nach dem Polymerisationsvorgang bzw. nach dem Entfernen des Formgebers erfahrungsgemäß Korrekturen der Okklusion, der Approximalkontakte sowie der Außenkontur erforderlich.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sich mehr als die Hälfte der Befragten gegen die Verwendung präformierter Formgeber entschieden. Lediglich 38% bzw. 11% gaben an, entweder Polycarbonat- oder Metallkronen zu verwenden. Anhand dieser Werte lässt sich vermuten, dass bezüglich der Anwendung vorgefertigter temporärer Versorgungen deutliche Unterschiede hinsichtlich der Akzeptanz vorliegen. Dies mag daran liegen, dass die Anschaffungskosten solcher Systeme bisweilen recht hoch sind und deren Indikationen auf wenige Bereiche reduziert sind.

Des Weiteren kann die Anwendung dieser Systeme, wie bereits weiter oben beschrieben, durch die Notwendigkeit zur Individualisierung Fehlerquellen nach sich ziehen. So muss zum Beispiel die Dimension des präparierten Areals geschätzt werden und die vorgefertigte Restauration auf Länge, Breite sowie Höhe angepasst und in mehreren Schritten adaptiert werden. Ebenso müssen vorgefertigte Metallkronen oftmals aufgrund ihrer Härte und Dimension mit Kronenscheren und Konturenzangen individualisiert werden, bevor diese eine akzeptable Passung auf dem Zahnstumpf aufweisen.

Ein weiterer Aspekt, der die Verwendung präformierter Kronen in Frage stellt, ist die potentielle Gefahr einer thermischen Pulpaschädigung während der Aushärtung.<sup>46</sup> In diesem Zusammenhang sei zu bemerken, dass die Polymerisationstemperatur von der Dicke der temporären Versorgung, bei präformierten Kronen ist diese konfektioniert, und somit von der eingebrachten Kunststoffmenge abhängt. Bei der Verwendung des gleichen Kunststoffes und einer Versorgungsabformung aus Alginat kommt es nach *Schnorbach et al.*<sup>46</sup> sogar zu einer Temperaturreduzierung bis auf 35 °C, da hier das Abformmaterial kühlend wirkt und die überschüssige Reaktionswärme des Polymerisationsvorgangs aufnimmt.

**Politur der Provisorien**

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen deutlich, dass die große Mehrheit der Befragten mit über 83% eine Politur der temporären Versorgung durchführt. Hinsichtlich der Oberflächenvergütung und Minimierung der Plaqueakkumulation ist somit auf eine Politur der temporären Restauration nach heutigen Ansprüchen nicht mehr zu verzichten.

Die Nacharbeitung von Provisorien mit Hilfe von elastischen Polierern stellt das Minimum der Feinbearbeitung dar. Nach Möglichkeit sollte aber eine Hochglanzpolitur erfolgen, damit einer Plaqueanlagerung sowie der Einlagerung exogener Verfärbungen vorgebeugt wird.

Um eine glatte und porenfreie Oberflächenstruktur zu erzielen sollten einerseits standardmäßig geeignete Ausarbeitungs- und Polierwerkszeuge eingesetzt werden, andererseits stehen lichthärtende Lacke und Liner zu Verfügung, die aber lediglich als Ergänzung zur eigentlichen Politur in Betracht gezogen werden sollten.<sup>39</sup>

**Korrektur der Provisorien**

Die Eigenschaft der Reparatur- und Korrekturfähigkeit ist ein wichtiger Parameter hinsichtlich der optimalen Versorgung mit einer temporären Restauration. In diesem Zusammenhang stehen die Anforderungen an eine temporäre Versorgung denen einer definitiven Restauration keineswegs nach. Dazu gehören unter anderem eine störungsfreie statische und dynamische Okklusion, ein ansprechendes ästhetisches Erscheinungsbild, eine gute Randedichtigkeit sowie eine hohe mechanische Festigkeit und Haltbarkeit.

Grundsätzlich kann die Notwendigkeit für Korrekturmaßnahmen verarbeitungstechnischer- sowie materialimmanenter Natur sein.

Es ist nicht ausreichend, eine Interimsversorgung lediglich auf die Okklusionsverhältnisse zu überprüfen.<sup>52</sup> Ferner ergeben sich häufig Notwendigkeiten zur Korrektur, die zum Beispiel auf unzureichende Fließeigenschaften der temporären K&B-Werkstoffe sowie auf verfahrenstechnische Fehler zurückzuführen sind. Dazu zählen beispielsweise Blasenbildungen oder nicht korrekt ausgeformte Randbereiche.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass über 42% der Befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte in überwiegender Zahl eine Okklusionskorrektur durchführen. Andere Herstellungsprobleme wie zum Beispiel das Auftreten von Blasenbildung, Tragedauer- oder Herstellungsrissen zeigen ein deutlich selteneres Vorkommen. Hinsichtlich der Erfahrungen in der täglichen Praxis müsste die prozentuale Verteilung an Korrektur-

maßnahmen eigentlich wesentlich höher liegen. Nahezu jede Interimsversorgung bedarf einer Korrektur, auch wenn diese nur durch kleinere Maßnahmen hinsichtlich der Okklusionsverhältnisse oder der Oberflächengüte indiziert sind.

Aus der Literatur geht hervor, dass es bei der Aushärtung temporärer K&B-Werkstoffe unvermeidlich zu Polymerisationskontraktionen und somit zu Dimensionsänderungen kommt. Dies hat zur Konsequenz, dass es zu Passungenauigkeiten des Kronenrandes, der Okklusion sowie der Approximalkontakte kommen kann. Ebenso kann dies zu inneren Spannungen in der Restauration führen.<sup>2, 39</sup> Diese Phänomene erklären die aufgezeigten Untersuchungsergebnisse.

### **Probleme bei der Herstellung oder während der Tragedauer temporärer Restaurationen**

Im Rahmen der vorgenannten Fragepunkte zeigte sich, dass es, wenn auch nur in unter 10% der Fälle, zu Blasenbildungen, Herstellungs- und Tragedauerrissen kann.

Aus der Literatur geht hervor, dass bei der Herstellung sowie bei der funktionellen Belastung Beschädigungen oder Frakturen temporärer Restaurationen auftreten können.<sup>20, 24, 26</sup> In bestimmten klinischen Situationen ist es erforderlich, Reparaturen oder Materialergänzungen mit hochfesten, lichthärtenden Compositen durchzuführen.<sup>6, 12, 17, 22, 49, 52</sup> Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, ist jedoch der Korrekturbedarf deutlich geringer als erwartet.

### **Faserverstärkung bei Brückenprovisorien**

Anhand der vorliegenden Untersuchung zeigt sich, dass 85% der befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte keine Faserverstärkungen bei der Herstellung temporärer Brückenkonstruktionen verwenden.

Die aus der zahnmedizinischen Praxis bekannten Produkte sind weitestgehend Systeme, die auf Grundlage spezieller Polyäthylenfasern beruhen und adhäsiv befestigt werden. Die Indikation solcher Techniken liegt hauptsächlich in der Verblockung gelockerter Zähne und der Versorgung einzelner Lückenbereiche mit einem Einzelzahnprovisorium. Gängige "chair-side" verwendete Produkte sind zum Beispiel "Ribbond" der Firma Sigma, "everStick" sowie "Stick Tech". Allen Systemen gemeinsam ist die teilweise schwierige Verarbeitungstechnik und Konditionierung der Faserstreifen. Vor diesem Hintergrund lässt sich vermuten, dass eine hohe Anzahl an Zahnärztinnen und Zahnärz-

ten keine temporären faserverstärkten Restaurationen in der eigenen täglichen Praxis anfertigt.

Aus der Literatur sind des Weiteren mehrere erprobte Verfahren bekannt, die jedoch eine Laborherstellung voraussetzen. Zu den wohl am meisten verbreiteten Faserverstärkungs-Systemen in der Zahntechnik gehören das Connect-Verstärkungsband (kalt-glas-behandelte Polyäthylenfasern) der Firma Amann-Girrbach sowie das Targis/Vectris-System (lichtreaktiver Faserverbundstoff) von Ivoclar, die aber ausschließlich in der zahntechnischen Verarbeitung Anwendung finden. Beide Systeme erfordern zur Umsetzung der temporären Versorgung aufwändige zahntechnische Apparaturen und Werkstoffgrundlagen.

### 6.3 Schlussfolgerungen

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Untersuchungsergebnisse können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Bei der Fragestellung nach der Beurteilung der Produktcharakteristika temporärer K&B-Werkstoffe konnte gezeigt werden, dass die befragten Zahnärztinnen und Zahnärzte die schnelle und einfache Herstellung, die mechanische Festigkeit bzw. Stabilität sowie die Passgenauigkeit als besonders wichtige Eigenschaften erachteten. Das mit Abstand am häufigsten angewandte Produkt war Protemp Garant.

Es hat sich gezeigt, dass über 77% der Befragten sich für die Anwendung eines Composite-Materials entschieden. Hinsichtlich des individuellen Herstellungsverfahrens temporärer Kronen und Brücken wurde ermittelt, dass die Zahnärztinnen und Zahnärzte überwiegend die Versorgungsabformung wählten. Zur weiteren Untersuchung des Herstellungsverfahrens konnte gezeigt werden, dass die Mehrheit der Befragten, welche mit Alginat abformen, als Abformträger den kompletten Löffel verwendeten. In der Gruppe der Silikonanwender konnte festgestellt werden, dass der Segmentlöffel der meist genutzte Abformträger war.

Hinsichtlich auftretender Probleme bei der Herstellung temporärer Versorgungen bzw. deren Korrekturhäufigkeit sollten die Hersteller dazu angeregt werden, geeignete Reparaturmöglichkeiten anzubieten und weiterzuentwickeln.

Bei der Korrelationsanalyse zwischen dem Stellenwert des Preises bzw. den Materialkosten und der Landesteilzugehörigkeit zwischen Ost und West konnte gezeigt werden,

dass die Zahnärztinnen und Zahnärzte aus dem Landesteil Ost ein deutlich höheres Preisbewusstsein aufwiesen als Ihre Kolleginnen und Kollegen aus dem westlichen Landesteil.

## 7 Zusammenfassung

Gegenstand dieser Arbeit war, die Anforderungen und Materialcharakteristika temporärer K&B-Werkstoffe aus Sicht von niedergelassenen Zahnärztinnen und Zahnärzten zu ermitteln, sowie Kenntnisse über die Verarbeitung und Problembereiche mit diesen Werkstoffen zu erfassen. Der Fokus lag auf der Verarbeitung temporärer Kronen- und Brückenmaterialien und in der täglichen Praxis und deren Problembereiche unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften dieser Werkstoffe.

Die Erfassung der Daten erfolgte im Zuge einer repräsentativen Umfrage in der Bundesdeutschen Zahnärzteschaft anhand eines standardisierten Fragebogens. Von 2000 versandten Fragebögen waren 661 vollständig auswertbar. Nach statistischer Auswertung mit non-parametrischen Prüfverfahren ( $p=0,05$ ) konnten die zentralen Zielfragen dieser Arbeit wie folgt beantwortet werden:

Zu den wichtigsten Eigenschaften temporärer K&B-Werkstoffe zählen aus Sicht der Zahnärzte die mechanische Festigkeit bzw. Stabilität, die einfache und schnelle Herstellung sowie die Passgenauigkeit. Hinsichtlich der Produktklasse werden von 77,3% der Befragten Composite-Materialien eingesetzt. Das am häufigsten eingesetzte Produkt ist Protemp Garant.

Zur Herstellung temporärer Versorgungen wird von der Mehrheit der Befragten die Methodik der Versorgungsabformung präferiert, wobei vornehmlich Segmentlöffel eingesetzt werden. Bezüglich der Nachbearbeitung gab die überwiegende Zahl der Zahnärzte an, eine Politur der Restauration durchzuführen. Die durchschnittliche Verweildauer temporärer Kronen und Brücken liegt bei ca. 2 Wochen.

Hinsichtlich auftretender Probleme bei der Herstellung temporärer Versorgungen wurden in  $< 10\%$  der Fälle Tragedauer- bzw. Herstellungsriss und eine Blasenbildung angegeben. Okklusionskorrekturen sind nach Angaben der Befragten hingegen in 10-50% der Fälle notwendig.

Die Korrelationsanalysen zeigten, dass Zahnärztinnen und Zahnärzte aus den neuen Bundesländern preisbewusster sind als ihre Kolleginnen und Kollegen aus dem alten Bundesteil. Gleichzeitig konnte mit steigender Berufserfahrung eine tendenzielle Zunahme des Herstellervertrauens beobachtet werden.



Abschließend war festzustellen, dass Anwender der Composite-Systeme im Vergleich zu den Pulver-/Flüssigkeits-Anwendern deutlich häufiger den Stellenwert der mechanischen Festigkeit temporärer K&B-Werkstoffe in den Vordergrund stellen.

## 8 Summary

It was the aim of this study to determine the material characteristics and requirements of temporary crown and bridge materials from the perspective of resident dentists, as well as to gather knowledge regarding the fabrication and problems associated with these materials. The focus was on the fabrication of temporary crown and bridge materials in daily practice and their problem areas with particular reference to the properties of these materials.

Data collection took place by use of a representative survey within the Federal German Dental Profession using a standardized questionnaire. 661 questionnaires out of 2000 were fully completed and returned by the practitioners for evaluation. According to statistical analysis with non-parametric tests ( $p = 0.05$ ) the main target of this study was that the questions should be answered as follows:

From the dentist's perspective the main characteristics of temporary crown and bridge materials are the mechanical strength and stability as well as, the quick and easy manufacture and fitting. With regard to the class of products, 77.3% respondents stated they used composite materials; "Protemp Garant" being the most commonly used.

For the manufacture of temporary restorations the majority of respondents prefer the methodology of a over-impression, which comprises largely the use of segment impression trays. Regarding the finishing the vast majority of dentists carry out a polishing of the restoration; the average time in service for temporary crowns and bridges is approximately two weeks, until the final restoration is placed.

With regard to problems arising from the fabrication of temporary restorations it was reported in <10% of the cases that there were cracks or wear, and an incorporation of bubbles. However, according to the respondents, occlusal corrections are necessary in 10-50% of the cases.

The correlation analysis showed that dentists in the newly formed eastern German states are more price-conscious than their counterparts in the old West German states. At the

same time with increasing experience there was a trend observed towards a rise in manufacturer confidence.

In conclusion, it was found that users of the composite systems compared to the powder /liquid system users were significantly more to the fore with the importance of the mechanical strength of temporary crown and bridge materials.

## 9 Literaturverzeichnis

1. 3M E. Protemp 3 Garant. Temporäres Kronen- und Brückenmaterial. Technisches Produkt Profil 3M ESPE. 2006.
2. Anders A, Welker D. Untersuchungen von Kronen- und Brückenplasten für die Interimsversorgung. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1990;**45**:149-153.
3. Behrend DA. Temporary protective restorations in crown and bridge work. *Australian dental journal* 1967;**12** (5):411-416.
4. Blum J, Weiner S, Berendsen P. Effects of thermocycling on the margins of transitional acrylic resin crowns. *The Journal of prosthetic dentistry* 1991;**65** (5):642-646.
5. Borchers L, Jung T. Werkstoffkundliche Untersuchungen an Materialien für provisorische Kronen und Brücken. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1984;**39**:757-760.
6. Burke FJ, Murray MC, Shortall AC. Trends in indirect dentistry: 6. Provisional restorations, more than just a temporary. *Dental update* 2005;**32** (8):443-452.
7. Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *The Journal of prosthetic dentistry* 2003;**90** (5):474-497.
8. Christensen LC. Color characterization of provisional restorations. *The Journal of prosthetic dentistry* 1981;**46** (6):631-633.
9. Chu SJ. COMMENTARY. Evaluation of fluorescence of dental composites using contrast ratios to adjacent tooth structure: a pilot study. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* 2007;**19** (4):207.
10. Chung K, Lin T, Wang F. Flexural strength of a provisional resin material with fibre addition. *Journal of oral rehabilitation* 1998;**25** (3):214-217.
11. Clarke RL. Glassy Polymers. In: Braden M, Clarke RL, Nicholson J, Parker S (Hrsg.). *Polymeric Dental Materials*. 1. Auflage. Berlin: *Springer* 1997; Kapitel 2:51-90.

12. Dietrich H, Dietrich J (Hrsg.). Die provisorische Versorgung. 2. Auflage. Fuchstal: teamwork media. 2. Auflage. *Fuchstal* 2002.
13. Driscoll CF, Woolsey G, Ferguson WM. Comparison of exothermic release during polymerization of four materials used to fabricate interim restorations. *The Journal of prosthetic dentistry* 1991;**65** (4):504-506.
14. Dubois RJ, Kyriakakis P, Weiner S, Vaidyanathan TK. Effects of occlusal loading and thermocycling on the marginal gaps of light-polymerized and autopolymerized resin provisional crowns. *The Journal of prosthetic dentistry* 1999;**82** (2):161-166.
15. Dumbrigue HB. Composite indirect-direct method for fabricating multiple-unit provisional restorations. *The Journal of prosthetic dentistry* 2003;**89** (1):86-88.
16. Ehrenberg D, Weiner GI, Weiner S. Long-term effects of storage and thermal cycling on the marginal adaptation of provisional resin crowns: a pilot study. *The Journal of prosthetic dentistry* 2006;**95** (3):230-236.
17. Fehling AW, Neitzke C. A direct provisional restoration for decreased occlusal wear and improved marginal integrity: a hybrid technique. *Journal of Prosthodontics* 1994;**3** (4):256-260.
18. Ferracane JL. Temporary Restoratives. In: Ferrance JL (Hrsg.). *Materials in Dentistry: Principles and Applications*. 2. Auflage. Philadelphia: *Lippincott Williams & Wilkins* 2001; Kapitel 10:223-235.
19. Fleisch L, Cleaton-Jones P, Forbes M, van Wyk J, Fat C. Pulpal response to a bis-acryl-plastic (Protemp) temporary crown and bridge material. *Journal of oral pathology* 1984;**13** (6):622-631.
20. Foussekis K, Kern M, Ludwig K. Vergleichende Untersuchung zur Bruchfestigkeit und Reparaturfähigkeit von direkten Brückenprovisorien. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 2001;**56** (10):612-615.
21. Franz G. Zahnärztliche Werkstoffkunde. In: Schwenzer N (Hrsg.). *Zahn-Mund-Kieferheilkunde*. Band 3. Prothetik und Werkstoffkunde. 1. Auflage. Stuttgart: *Thieme* 1982; Kapitel 1:1-138.

22. Gegauff AG, Holloway JA. Interim Fixed Restorations. In: Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto J (Hrsg.). *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4. Auflage. St. Louis: *Mosby Elsevier* 2006; Kapitel 15:466-504.
23. Goldstein GR. Light-activated composite resin as an adjunct to the fabrication of fixed partial denture prosthesis. *The Journal of prosthetic dentistry* 1985;**53** (2):161-163.
24. Gough M. A review of temporary crowns and bridges. *Dental update* 1994;**21** (5):203-207.
25. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry* 2005;**94** (2):118-124.
26. Hagge MS, Lindemuth JS, Jones AG. Shear bond strength of bis-acryl composite provisional material repaired with flowable composite. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* 2002;**14** (1):47-52.
27. Hamza TA, Rosenstiel SF, Elhosary MM, Ibraheem RM. The effect of fiber reinforcement on the fracture toughness and flexural strength of provisional restorative resins. *The Journal of prosthetic dentistry* 2004;**91** (3):258-264.
28. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *The Journal of prosthetic dentistry* 2005;**93** (1):70-75.
29. Haywood VB, Brantley CF, Koth DL. Custom shade tabs for esthetic provisional restorations. *The Journal of prosthetic dentistry* 1985;**54** (5):621-623.
30. Janda R. Chemie und Physik zahnärztlicher Kunststoffe. In: Kappert HF, Eichner K (Hrsg.). *Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung Grundlagen und Verarbeitung*. 1. Auflage. Heidelberg: *Hüthig* 2000; Kapitel 6:173-210.
31. Kaup M, Ramb H-J, Dammaschke T, Ott K. Temperaturentwicklung im Pulpakavum bei Herstellung von provisorischen Versorgungen. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 2000;**55** (3):180-183.
32. Keyf F, Uzun G, Mutlu M. The effects of HEMA-monomer and air atmosphere treatment of glass fibre on the transverse strength of a provisional fixed partial denture resin. *Journal of oral rehabilitation* 2003;**30** (11):1142-1148.

33. Kimmel K. Temporäre Kronen und Brücken. *Deutscher Zahnärztekalendar* 2003;77-90.
34. Koeck B (Hrsg.). Praxis der Zahnheilkunde. Band 5. Kronen- und Brückenprothetik. 4. Auflage. München: *Urban & Fischer* 1999.
35. Krause-Hohenstein U. Temporary concerns of polished tooth crowns--rational and exact method of placing a provisional crown (II). *Die Quintessenz* 1987;**38** (9):1501-1506.
36. Lang R. Die provisorische Versorgung. Aufgaben, Materialkunde und Herstellung. *Quintessenz* 2002;**53** (1):27-36.
37. Lehmann KM, E.H (Hrsg.). Zahnärztliche Propädeutik. 9. Auflage. München: *Urban & Fischer* 2002.
38. Ludwig P, Niedermeyer W (Hrsg.). Checklisten der Zahnmedizin. Prothetik. 1. Auflage. Stuttgart: *Thieme* 2002.
39. Luthardt RG, Stossel M, Hinz M, Vollandt R. Clinical performance and periodontal outcome of temporary crowns and fixed partial dentures: A randomized clinical trial. *The Journal of prosthetic dentistry* 2000;**83** (1):32-39.
40. Mahlendorf M. Provisorische Versorgung in der Kronen- und Brückenprothetik. In: Freesmeyer WB (Hrsg.). Klinische Prothetik. Band 1. Festsitzender und implantatgetragener Zahnersatz. 1. Auflage. Heidelberg: *Hüthig* 1995; Kapitel 2.4.4:116-129.
41. Meyer A, Müller P. Direkte provisorische Versorgung. Ein Kurzer Überblick. *Die Quintessenz* 2006;**57** (4):371-378.
42. Patel MP, Braden M, Davy KW. Polymerization shrinkage of methacrylate esters. *Biomaterials* 1987;**8** (1):53-56.
43. Rawls HR. Dental Polymers. In: Anusavice Kj (Hrsg.). Phillips's Science of Dental Materials. 11. Auflage. St. Louis: *Saunders* 2003; Kapitel 7:143-169.
44. Rzanny A, Welker D, Göbel R. Werkstoffkundlicher Vergleich temporärer K&B-Kunststoffe. *Phillip J* 1996;**13** (11-13):357-366.

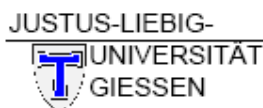
45. Samadzadeh A, Kugel G, Hurley E, Aboushala A. Fracture strengths of provisional restorations reinforced with plasma-treated woven polyethylene fiber. *The Journal of prosthetic dentistry* 1997;**78** (5):447-450.
46. Schnorbach HJ, Siebert G. The polymerization temperature of Scutan, Palavit 55 and Trim. *Deutsche Zahnärztliche Zeitung* 1979;**34** (10):763-767.
47. Schubert L. Temperaturmessungen im Zahn während des Schleif- und Bohrvorgangs mittels des Lichtstrichgalvanometers. *Zahnärztliche Welt* 1957;**58**:443-445.
48. Shillingburg HT, Sumiya H, Lowell DW, Jacobi R, Brackett SE. Fundamentals of Fixed Prosthodontics. 3. Auflage. Chicago: *Quintessence* 1997.
49. Solow RA. Composite veneered acrylic resin provisional restorations for complete veneer crowns. *The Journal of prosthetic dentistry* 1999;**82** (5):515-517.
50. Trivedi SC, Talim ST. The response of human gingiva to restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry* 1973;**29** (1):73-80.
51. Troendle KB, Canales ML, Richardson JT. Temporary replacement of missing maxillary incisors. *The Journal of prosthetic dentistry* 1986;**55** (2):277-279.
52. Vahidi F. The provisional restoration. *Dental clinics of North America* 1987;**31** (3):363-381.
53. Vallittu PK, Lassila VP, Lappalainen R. Acrylic resin-fiber composite--Part I: The effect of fiber concentration on fracture resistance. *The Journal of prosthetic dentistry* 1994;**71** (6):607-612.
54. Wassell RW, St George G, Ingledew RP, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: provisional restorations. *British dental journal* 2002;**192** (11):619-622, 625-630.
55. Welker D. Kunststoffe für die temporäre Versorgung. In: Meiners H, Lehmann KM (Hrsg.). *Klinische Materialkunde für Zahnärzte*. 1. Auflage. München: *Hanser* 1998; Kapitel 2:325-336.
56. Welker D. Weiterentwicklung bei Kunststoffen für Interimsersatz. *ZMK* 2001;**17** (5):298-301.

57. Welker D, Rzanny A, Göbel R. Interimsversorgung bei Kronen- und Brückenersatz- Indikation, Werkstoffe, biologische Aspekte, Methodik. *Quintessenz Zahntech* 1999;**25** (10):1133-1144.
58. Wirz J, Bangert R, Jäger K. Kronen- und Brückenprovisorien. Teil III: Provisorienkunststoffe und ihre Eigenschaften. *Die Quintessenz* 1992;**43**:1647-1661.
59. Wirz J, Bangert R, Jäger K. Kronen- und Brückenprovisorien; Klinische Material- und Werkstoffkunde. *Die Quintessenz* 1993;**1-15**:286-312.
60. Wirz J, Nigg N, Schmidli F. Moderne Provisorienkunststoffe. Teil II: Resultate und Diskussion. *Die Quintessenz* 1995;**46** (2):245-255.
61. Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *The Journal of prosthetic dentistry* 1998;**80** (5):533-539.
62. Zach L, Cohen G. Pulp Response to Externally Applied Heat. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology* 1965;**19**:515-530.



## 10 Anhang

### 10.1 Anschreiben



FACHBEREICH 11



Medizin

Med. Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde • FB 11  
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik • Schlängenzahl 14 • 35392 Gießen

MED. ZENTRUM FÜR ZAHN-, MUND-  
UND KIEFERHEILKUNDE

Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik  
Direktor: Prof. Dr. P. Fenger

Schlängenzahl 14  
D-35392 Gießen

Unsere Zeichen: Anschreiben Umfrage Temp  
KB-01.doc  
☺

Bearbeiter: Dr. M. Balkenhol  
Telefon: 0641-99-46 144  
Telefax: 0641-99-46 139  
E-Mail: markus.balkenhol@dentist.med.uni-giessen.de

Datum: Juni 2007

#### Umfrage zu temporären K&B-Werkstoffen

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

wir alle profitieren von der Wissenschaft, denn „Forschung ist die beste Medizin“, deshalb wenden wir uns heute mit der Bitte um ein paar Minuten Ihrer kostbaren Zeit an Sie.

Möglicherweise haben Sie bereits bei unserer vorausgegangenen Umfrage zu temporären Befestigungszementen teilgenommen. Auch wenn dies der Fall ist wären wir Ihnen sehr dankbar, wenn Sie uns auch in Rahmen dieser Umfrage nochmals unterstützen würden.

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Studie der Universitätszahnklinik Gießen führen wir eine Umfrage zu temporären K&B-Werkstoffen innerhalb der bundesdeutschen Zahnärzteschaft durch. Im Rahmen dieser Umfrage wurden eine kleine Zahl an Zahnärzten - darunter auch Sie - im Rahmen eines Randomisierungsverfahrens über Ihre zuständige Zahnärztekammer ausgewählt.

Ihre Teilnahme an der Studie würde uns sehr helfen, zur Verbesserung und Weiterentwicklung von temporären K&B-Werkstoffen im zahnärztlichen Alltag beizutragen. Wir möchten Sie daher bitten, den beiliegenden Fragebogen auszufüllen und mit dem zugehörigen Rückumschlag unfrei an die Universitätszahnklinik zurück zu senden. Selbstverständlich entstehen Ihnen hieraus keinerlei Verpflichtungen. Im Gegenteil: Sie können bei Interesse die Ergebnisse der wissenschaftlichen Studie unter der Web-Adresse <http://www.uniklinikum-giessen.de/proth/> ab ca. dem 4. Quartal 2008 verfolgen.

Wir hoffen auf Ihre Unterstützung und würden uns sehr über Ihre Teilnahme in Form einer Antwort freuen. Für Ihre Mitarbeit möchten wir uns bereits im voraus vielmals bei Ihnen bedanken und verbleiben

mit freundlichen, kollegialen Grüßen

Univ.-Prof. Dr. P. Fenger

OA Dr. M. Balkenhol

ZA M. Vollert

Anlagen: 

- Rückumschlag
- Fragebogen

Anschreiben Umfrage Temp KB-01.doc

400 Jahre  
UNIVERSITÄT GIESSEN  
1607-2007

## 10.2 Fragebogen

**Fragebogen zu provisorischen Kronen- und Brückenmaterialien****Angaben zur Person der Zahnärztin / des Zahnarztes:**

(Bitte Kästchen ankreuzen bzw. Angaben ergänzen)

Geschlecht ☐ w / ☐ m Tätigkeitsschwerpunkt \_\_\_\_\_

Alter \_\_\_\_\_ Jahre Bundesland \_\_\_\_\_

Berufserfahrung ☐ <6 ☐ 6-15 ☐ 16-25 ☐ 26-35 ☐ >35 Jahre

Status ☐ Niedergelassen - Selbständig ☐ - Angestellt ☐ Assistenzärztin / Assistenzarzt

Privatanteil ☐ <10 ☐ 10-19 ☐ 20-39 ☐ 40-59 ☐ 60-79 ☐ 80-99 ☐ 100 %

**1. Welche Eigenschaften von provisorischen Kronen- und Brückenmaterialien bzw. Verfahren sind für Sie im Rahmen der täglichen Anwendung wichtig?**

(1= sehr wichtig bis 6= unwichtig. Bitte jeweils nur eine Markierung in den rechts stehenden Kästchen ankreuzen)

<b>Beispiel: Hohe mechanische Festigkeit ist für Sie wichtig:</b>	<input type="checkbox"/> 1	<input checked="" type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Einfache und schnelle Herstellung	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Hohe mechanische Festigkeit / gute Stabilität	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Reparaturfähigkeit	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Passgenauigkeit	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Fließfähigkeit in dünn auslaufenden Bereichen	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Ästhetik	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Zahl der angebotenen Zahnfarben	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Herstellervertrauen	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Günstiger Preis / Materialkosten	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6
Sonstige (bitte benennen)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6

**2. Verwendete Werkstoffe / Anfertigung**

A) Welches Produkt verwenden Sie vorwiegend?

Bitte den Produktnamen möglichst vollständig angeben.

B) Welches individuelle Herstellungsverfahren bevorzugen Sie?

Falls Sie keine individuelle Herstellung bevorzugen sollten, bitte mit Punkt C) weitermachen.

Anmerkungen: \_\_\_\_\_

- ☐ Versorgungsabformung
- ☐ Mit Silikonabformmaterial
- ☐ Mit Alginat
- ☐ Mit Segmentlöffel
- ☐ Mit komplettem Abformlöffel
- ☐ Tiefziehschiene
- ☐ Frasaco-Hülsen

C) Welche vorgefertigten Provisorien (Kronen) verwenden Sie? ☐ Keine ☐ Metall ☐ PolycarbonatD) Erfolgt eine Politur der Provisorien? ☐ Nein ☐ JaE) Durch wen werden die Provisorien in Ihrer Praxis überwiegend angefertigt? ☐ Zahnärztin/-arzt ☐ ZMF ☐ HelferInF) Die endgültige Aushärtung der Provisorien erfolgt vorwiegend ☐ in der Abformung ☐ auf dem Zahn**Hinweis: Geschätztes Vorkommen: >50% überwiegend, 10-49% gelegentlich und <10% selten**

G) Die Provisorien werden im Ø...	max. 2 Wochen getragen?	<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
	max. 1 Monat getragen?	<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
	max. 6 Monate getragen?	<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
	> 6 Monate getragen?	<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
H) Kommt es bei Herstellung der Provisorien zur Blasenbildung?		<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
I) Treten bei Herstellung Frakturen / Risse auf?		<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
J) Treten während der Tragedauer Frakturen / Risse auf?		<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
K) Muss das Lumen der Provisorien vor der Eingliederung ausgeschliffen werden, damit es korrekt auf dem Stumpf passt?		<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
L) Sind Okklusionskorrekturen erforderlich?		<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie
M) Verwenden Sie eine Faserverstärkung bei Brückenprovis.?		<input type="checkbox"/> > 50%	<input type="checkbox"/> 10-49%	<input type="checkbox"/> <10%	<input type="checkbox"/> nie

(z.B. mit Stick Tech, Ribbond etc.) Bitte ggf. Produktnamen angeben:

## 11 Erklärung

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe.

Alle Textstellen, die ich wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen habe, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht.

Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

## 12 Danksagung

Herrn Prof. Dr. Markus Balkenhol möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und die stets freundliche und kompetente Unterstützung während der Verwirklichung der vorgelegten Arbeit danken.

Ebenso gilt mein Dank Herrn Universitätsprofessor Dr. med. dent. Paul Ferger i.R. sowie dem Direktor der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik Prof. Dr. med. dent. Bernd Wöstmann für die Bereitstellung der finanziellen Mittel für die Durchführung der Umfrage.

Des weitern möchte ich Herrn Dr. Eichner danken, der sich unermüdlich der statistischen Auswertung und mathematischen Bearbeitung der Ergebnisse meiner Arbeit gewidmet hat.

Ganz besonderen Dank möchte ich meinen Eltern und meiner Frau Maren aussprechen, die mich nicht nur bei der Erstellung dieser Arbeit, sondern während des gesamten Studiums in jeder erdenklichen Weise unterstützt haben.

Ich danke auch allen Zahnärztinnen und Zahnärzten, die sich bereitwillig an der Umfrage beteiligt haben und hierfür die nötige Zeit gefunden haben.

Ebenso gilt mein Dank meinen Freunden Benjamin und Ulf, die mit ihrem Einsatz maßgeblich zur Verwirklichung dieser Arbeit beigetragen haben.



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-5711-4



9 783835 157114